

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

Jc978 U.S. PTO
10/041637
01/10/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月19日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-011973

出 願 人

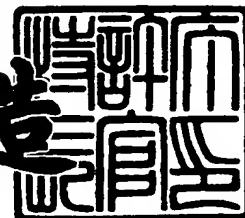
Applicant(s):

ティーディーケー株式会社

2001年10月26日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3093475

【書類名】 特許願

【整理番号】 TD02242

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 43/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

 【氏名】 笠原 寛頭

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

 【氏名】 加々美 健朗

【特許出願人】

 【識別番号】 000003067

 【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100107559

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 星宮 勝美

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 064839

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法ならびに薄膜磁気ヘッドにおける薄膜パターンの形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気抵抗効果素子を備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

一つの薄膜磁気ヘッドを形成すべき領域内において、磁気抵抗効果素子が形成される下地の上に、磁気抵抗効果素子を形成するために用いられる磁気抵抗効果素子用膜と、前記磁気抵抗効果素子用膜と同じ膜構成を有するが磁気抵抗効果素子を形成するためには用いられないダミー膜とを、それぞれ所定の形状に形成する工程と、

前記磁気抵抗効果素子用膜の一部をエッチングすることによって磁気抵抗効果素子を形成するために、前記磁気抵抗効果素子用膜のうちの一部の領域における厚み方向の一部と前記ダミー膜における厚み方向の一部とを同時にエッチングする工程と、

前記エッチングする工程中において、エッチングによって磁気抵抗効果素子用膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定を行い、その測定結果に基づいてエッチングを停止する位置を制御する工程とを備えたことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項2】 前記磁気抵抗効果素子用膜およびダミー膜は、下地側から順に積層された第1の磁性層、トンネルバリア層および第2の磁性層を有することを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項3】 エッチングを停止する位置は、第2の磁性層とトンネルバリア層との境界の位置であることを特徴とする請求項2記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項4】 エッチングを停止する位置は、トンネルバリア層の厚み方向の途中の位置であることを特徴とする請求項2記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項5】 エッチングを停止する位置は、トンネルバリア層と第1の磁

性層との境界の位置であることを特徴とする請求項 2 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 6】 エッチングを停止する位置は、第 1 の磁性層の厚み方向の途中の位置であることを特徴とする請求項 2 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 7】 更に、前記磁気抵抗効果素子用膜およびダミー膜の下地となる金属層を形成する工程を備えたことを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 8】 前記金属層は非磁性金属によって形成されることを特徴とする請求項 7 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 9】 前記ダミー膜は、ダミー膜の形成後に形成される薄膜パターンによって集積面上において隠される位置に形成されることを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 10】 前記ダミー膜の形状は、薄膜磁気ヘッドの個体を識別するための記号を表すことを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 11】 前記ダミー膜が形成される領域の面積は、薄膜磁気ヘッドを形成すべき領域の面積の 0.05～30%の範囲内であることを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 12】 前記ダミー膜が形成される領域の面積は、薄膜磁気ヘッドを形成すべき領域の面積の 0.1～20%の範囲内であることを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 13】 下地の上に形成された磁気抵抗効果素子とダミー部とを備え、

前記磁気抵抗効果素子は、磁気抵抗効果素子を形成するために用いられる所定の形状の磁気抵抗効果素子用膜のうちの一部の領域における厚み方向の一部がエッチングされて形成されており、

前記ダミー部は、前記磁気抵抗効果素子用膜と同じ膜構成を有するが磁気抵抗効果素子を形成するためには用いられないダミー膜の厚み方向の一部がエッチングされて形成されている

ことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 1 4】 前記磁気抵抗効果素子は、下地側から順に配置された第 1 の磁性層、トンネルバリア層および第 2 の磁性層を有することを特徴とする請求項 1 3 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 1 5】 前記ダミー部の下地とは反対側の面は、磁気抵抗効果素子の厚み方向について、第 2 の磁性層とトンネルバリア層との境界の位置に対応した位置に配置されていることを特徴とする請求項 1 4 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 1 6】 前記ダミー部の下地とは反対側の面は、磁気抵抗効果素子の厚み方向について、トンネルバリア層の厚み方向の途中の位置に対応した位置に配置されていることを特徴とする請求項 1 4 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 1 7】 前記ダミー部の下地とは反対側の面は、磁気抵抗効果素子の厚み方向について、トンネルバリア層と第 1 の磁性層との境界の位置に対応した位置に配置されていることを特徴とする請求項 1 4 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 1 8】 前記ダミー部の下地とは反対側の面は、磁気抵抗効果素子の厚み方向について、第 1 の磁性層の厚み方向の途中の位置に対応した位置に配置されていることを特徴とする請求項 1 4 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 1 9】 更に、前記磁気抵抗効果素子およびダミー部の下地となる金属層を備えたことを特徴とする請求項 1 3 ないし 1 8 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2 0】 前記金属層は非磁性金属によって形成されていることを特徴とする請求項 1 9 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2 1】 前記ダミー部は、ダミー部の形成後に形成される薄膜パターンによって集積面上において隠される位置に形成されていることを特徴とする請求項 1 3 ないし 2 0 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2 2】 前記ダミー部の形状は、薄膜磁気ヘッドの個体を識別するための記号を表すことを特徴とする請求項 1 3 ないし 2 0 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2 3】 前記ダミー部が配置された領域の面積は、薄膜磁気ヘッドにおいて磁気抵抗効果素子およびダミー部が配置された面の面積の 0. 0 5 ～ 3

0%の範囲内であることを特徴とする請求項13ないし22のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項24】 前記ダミー部が配置された領域の面積は、薄膜磁気ヘッドにおいて磁気抵抗効果素子およびダミー部が配置された面の面積の0.1～20%の範囲内であることを特徴とする請求項13ないし22のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項25】 基体と、この基体に形成された薄膜磁気ヘッド素子とを備え、前記薄膜磁気ヘッド素子は、所定の形状の被エッチング膜のうちの一部の領域における厚み方向の一部がエッチングされて形成された薄膜パターンを有する薄膜磁気ヘッドにおける前記薄膜パターンを形成する方法であって、

一つの薄膜磁気ヘッドを形成すべき領域内において、前記薄膜パターンが形成される下地の上に、前記被エッチング膜と、この被エッチング膜と同じ膜構成を有するが前記薄膜パターンを形成するためには用いられないダミー膜とを、それぞれ所定の形状に形成する工程と、

前記被エッチング膜の一部をエッチングすることによって前記薄膜パターンを形成するために、前記被エッチング膜のうちの一部の領域における厚み方向の一部と前記ダミー膜における厚み方向の一部とを同時にエッチングする工程と、

前記エッチングする工程中において、エッチングによって被エッチング膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定を行い、その測定結果に基づいてエッチングを停止する位置を制御する工程と

を備えたことを特徴とする薄膜磁気ヘッドにおける薄膜パターンの形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気抵抗効果素子を用いて磁気記録媒体等における磁界強度を信号として読み取る薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法、ならびに基体とこの基体に形成された薄膜磁気ヘッド素子とを備えた薄膜磁気ヘッドにおける薄膜パターンの形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、磁気ディスク装置は、大容量化および小型化が求められ、それに伴い高記録密度化が求められている。更に、これに伴って薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。薄膜磁気ヘッドとしては、書き込み用の誘導型電磁変換素子を有する記録ヘッドと、磁気抵抗 (Magnetoresistive) 効果を利用して磁界を検出する読み出し用の磁気抵抗効果 (以下、MRとも記す。) 素子を有する再生ヘッドとを積層した構造の複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。

【0003】

再生ヘッドとしては、高感度、高出力のものが要求されている。近年、この要求に対し、トンネル磁気抵抗 (Tunnel-type Magnetoresistive) 効果を利用して磁界を検出するトンネル磁気抵抗効果 (以下、TMRとも記す。) 素子が注目されている。

【0004】

TMR素子は、一般に、下部磁性層、トンネルバリア層および上部磁性層が積層された構造を有している。下部磁性層および上部磁性層は、それぞれ強磁性体を含んでいる。なお、一般に、基板に近い方の磁性層を下部磁性層と言い、基板に遠い方の磁性層を上部磁性層と言う。従って、上部磁性層、下部磁性層における「上部」、「下部」は、必ずしも、実際のTMR素子の配置上における上下と一致するものではない。

【0005】

トンネルバリア層は、薄い非磁性絶縁膜よりなり、トンネル効果によりスピンを保存しながら電子が通過できる、すなわちトンネル電流が流れることのできる層である。トンネル磁気抵抗効果とは、トンネルバリア層を挟む一对の磁性層間に電流を流す場合に、両磁性層の磁化の相対角度に依存して、トンネルバリア層を流れるトンネル電流が変化する現象を言う。両磁性層の磁化の相対角度が小さければ、トンネル確率は高くなるので、両者間に流れる電流に対する抵抗が小さくなる。逆に、両磁性層の磁化の相対角度が大きければ、トンネル確率は低くなるので、両者間に流れる電流に対する抵抗が大きくなる。

【0006】

ところで、TMR素子を用いた薄膜磁気ヘッドの構造を考えた場合、薄い絶縁層からなるトンネルバリア層を媒体対向面に晒す構造では、媒体対向面の研磨加工時もしくは研磨加工後において、トンネルバリア層を介して対向する2つの磁性層間で電氣的短絡が発生する可能性があり、好ましくない。

【0007】

そこで、本出願人は、例えば特願平11-188472号において、下部磁性層、トンネルバリア層および上部磁性層が重なる部分（以下、トンネル接合部と言う。）を媒体対向面から引っ込んだ位置に配置し、トンネル接合部から媒体対向面まで延びるように、トンネル接合部に信号磁束を導くための軟磁性層を設けた構造の薄膜磁気ヘッドを提案している。本出願において、上記軟磁性層をフロントフラックスガイド（以下、FFGと記す。）と言い、上記構造の薄膜磁気ヘッドをFFG型TMRヘッドと言う。なお、FFGは下部磁性層または上部磁性層を兼ねていてもよい。このFFG型TMRヘッドでは、媒体対向面の研磨加工によって媒体対向面からTMR素子までの距離をコントロールする際に、TMR素子が研磨されることがない。そのため、FFG型TMRヘッドでは、2つの磁性層間で電氣的短絡が発生させることなく、機械的な研磨加工によってヘッドの媒体対向面を規定することができるという特徴を有する。

【0008】

ここで、図25ないし図31を参照して、FFG型TMRヘッドの製造方法の一例について説明する。図25ないし図31は、FFG型TMRヘッドの製造方法における各工程を示す説明図である。なお、図25ないし図31において、（a）は集積面（上面）を示し、（b）は図25（a）におけるC-C線に対応する位置の断面を示している。

【0009】

この製造方法では、まず、図25に示したように、図示しない基板の上に、下部電極層102、下部金属層103、下部強磁性層104、トンネルバリア層105、上部強磁性層106、ピン止め層107およびキャップ層108を順に形成する。ここで、ピン止め層107は、上部強磁性層106の磁化方向を磁界検出方向に固定するためのものである。また、キャップ層108は、ピン止め層1

07の特性劣化や表面の酸化を防ぐためのものである。以下、下部強磁性層104、トンネルバリア層105および上部強磁性層106を含む積層膜をTMR積層膜と言う。

【0010】

次に、キャップ層108の上に、フォトリソグラフィーにより、TMR積層膜をパターニングするためのレジストマスク109を形成する。次に、レジストマスク109を用いて、例えばイオンミリングによって、キャップ層108、ピン止め層107、上部強磁性層106、トンネルバリア層105および下部強磁性層104を選択的にエッチングして、図26に示したように、TMR積層膜をパターニングする。その後、レジストマスク109を剥離する。

【0011】

次に、図27に示したように、下部金属層103およびキャップ層108の上に、フォトリソグラフィーにより、硬磁性層を形成すべき領域以外の領域を覆うレジストマスク110を形成する。次に、レジストマスク110を用いて、例えばイオンミリングによって、キャップ層108、ピン止め層107、上部強磁性層106、トンネルバリア層105および下部強磁性層104を選択的にエッチングする。

【0012】

次に、図28に示したように、レジストマスク110によって覆われていない下部金属層103の上に、トンネル接合部にバイアス磁界を印加するための硬磁性層111を形成する。次に、レジストマスク110をリフトオフする。

【0013】

次に、図29に示したように、キャップ層108の上に、フォトリソグラフィーにより、トンネル接合部の形状を決定するためのレジストマスク112を形成する。

【0014】

次に、図30に示したように、レジストマスク112を用いて、例えばイオンミリングによって、少なくともキャップ層108、ピン止め層107および上部強磁性層106を選択的にエッチングして、トンネル接合部の形状を決定する。

ここで、エッチングを停止する位置は、トンネルバリア層105の上面の位置から下部強磁性層104の厚み方向の途中の位置までの間の所定の位置に設定される。次に、全体に絶縁層113を形成した後、レジストマスク112をリフトオフする。

【0015】

次に、図31に示したように、キャップ層108および絶縁層113の上に、上部電極層114を形成する。このようにして、FFG型TMRヘッドにおけるTMR素子部分とその周辺部が形成される。このFFG型TMRヘッドにおいて、下部強磁性層104は、トンネル接合部から媒体対向面側（図25ないし図31の（a）において下側）に延びる部分と、トンネル接合部から媒体対向面に平行に両側に延びる2つの部分とを有するT字形をなしている。この下部強磁性層104がFFGとなっている。

【0016】

通常は、1枚のウェハ（基板）に対して、上記の製造方法により多数のヘッドとなる部分（以下、ヘッド部分と言う。）が形成され、このようなヘッド部分の集合体が切断されて各ヘッドが製造される。ヘッド部分の集合体から最終的なヘッドが形成されるまでの間において、研磨加工によってヘッドの媒体対向面が規定される。この研磨加工によってFFGである下部強磁性層104が媒体対向面に露出されると共に、媒体対向面からトンネル接合部までの距離がコントロールされる。

【0017】

磁気ディスク装置に用いられる浮上型の薄膜磁気ヘッドは、一般的に、後端部に薄膜磁気ヘッド素子が形成されたスライダの形態をなしている。なお、ここで、薄膜磁気ヘッド素子とは、MR素子や誘導型電磁変換素子を含み、電磁氣的に磁気ヘッドとしての機能を有する部分を言う。スライダは、媒体対向面側にレールを有し、記録媒体の回転によって生じる空気流によって記録媒体の表面からわずかに浮上するようになっている。浮上型の薄膜磁気ヘッドにおける媒体対向面はエアベアリング面とも呼ばれる。

【0018】

ところで、前述のようなFFG型TMRヘッドの製造工程では、ヘッドの特性のばらつきを抑えるために、図30に示したように、少なくともキャップ層108、ピン止め層107および上部強磁性層106を選択的にエッチングしてトンネル接合部の形状を決定する際に、エッチングを停止する位置を精度よく制御する必要がある。

【0019】

イオンミリングを用いて、積層膜における特定の膜に達するまで、あるいは積層膜を構成する特定の膜の途中の所定の位置までエッチングする場合において、エッチングを停止する位置を制御する方法としては、例えば、二次イオン質量分析法（SIMS）等によって、イオンミリングによって飛散する元素を同定する測定を行う方法がある。この方法では、イオンミリングと並行して、飛散する元素を同定する測定を行い、その測定結果から、エッチングが行われている膜の材料およびその膜におけるエッチングの深さをリアルタイムに判断することによって、エッチングを停止する位置を制御する。

【0020】

また、特開平11-274600号公報には、イオンミリングの際の発光量を測定することにより、エッチングが行われている膜の材料およびその膜におけるエッチングの深さをリアルタイムに判断して、エッチングを停止する位置を制御する方法が開示されている。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図25ないし図31に示したようなFFG型TMRヘッドの製造方法では、トンネル接合部の形状を決定する際には、図29に示したように、微小なパターンに形成されたTMR積層膜をレジストマスク112を用いてエッチングするため、トンネル接合部の形状を決定するためにエッチングされる領域の面積は極めて小さくなる。従って、トンネル接合部の形状を決定するためのエッチングの際には飛散する物質の量が少ない。そのため、トンネル接合部の形状を決定するためのエッチングの場合には、前述のような飛散元素を同定する測定を行っても精度のよい測定は困難となり、結果的に、エッチングを停止する位置

を精度よく制御することが困難であるという問題点がある。

【 0 0 2 2 】

上述のような問題点を解決するために、ウェハにおける集積面内に、ヘッド部分とは別に、エッチングの際の飛散元素を同定する測定のために用いられるダミー領域を設けることが考えられる。しかし、ヘッドの製造効率を考えると、1枚のウェハから、より多くのヘッドを製造することが望ましい。そのためには、ウェハにおけるヘッド部分の密度を上げていく必要がある。従って、ウェハにおける集積面内にヘッド部分とは別にダミー領域を設けることは、ウェハにおけるヘッド部分の密度を下げることになるので、ヘッドの製造効率上、好ましくない。

【 0 0 2 3 】

また、実際のヘッド用の膜が形成されたウェハとは別に、ヘッド用の膜と同じ構成の膜が形成されたダミーのウェハを用意して、このダミーのウェハを用いて、予め、二次イオン質量分析法等による測定によって、トンネル接合部の形状を決定するためのエッチングの際におけるエッチング時間と飛散元素の種類および量との関係を求めておき、この関係を参考にして、トンネル接合部の形状を決定するためのエッチングの時間を算出するという方法も考えられる。しかし、この方法では、製品であるヘッドの膜の構成が変わるたびに、ダミーのウェハを用意して、エッチング時間と飛散元素の種類および量との関係を求めなければならず、ヘッドの製造効率が低下するという問題点がある。更に、この方法では、ダミーのウェハにおける膜に対するエッチングの際に行われた測定の結果に基づいて、実際のヘッド用の膜に対するエッチングの時間を制御するため、ウェハ間の膜の状態のばらつき等により、必ずしも各ウェハ毎に正確に、エッチングを停止する位置を制御できるとは限らない。従って、この方法では、ヘッドの特性のばらつきを十分に抑えることはできないという問題点がある。

【 0 0 2 4 】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、製造効率を低下させることなく、エッチングを停止する位置のばらつきによる特性のばらつきを抑えることができるようにした薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法ならびに薄膜磁気ヘッドにおける薄膜パターンの形成方法を提供することにある。

【 0 0 2 5 】

【課題を解決するための手段】

本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、磁気抵抗効果素子を備えた薄膜磁気ヘッドを製造する方法であって、

一つの薄膜磁気ヘッドを形成すべき領域内において、磁気抵抗効果素子が形成される下地の上に、磁気抵抗効果素子を形成するために用いられる磁気抵抗効果素子用膜と、磁気抵抗効果素子用膜と同じ膜構成を有するが磁気抵抗効果素子を形成するためには用いられないダミー膜とを、それぞれ所定の形状に形成する工程と、

磁気抵抗効果素子用膜の一部をエッチングすることによって磁気抵抗効果素子を形成するために、磁気抵抗効果素子用膜のうちの一部の領域における厚み方向の一部とダミー膜における厚み方向の一部とを同時にエッチングする工程と、

エッチングする工程中において、エッチングによって磁気抵抗効果素子用膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定を行い、その測定結果に基づいてエッチングを停止する位置を制御する工程とを備えたものである。

【 0 0 2 6 】

本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、エッチングする工程中において、磁気抵抗効果素子用膜とダミー膜とが同時にエッチングされる。また、エッチングを停止する位置を制御する工程では、エッチングによって磁気抵抗効果素子用膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定が行われる。従って、本発明では、精度のよい測定が可能になり、結果的に、エッチングを停止する位置を精度よく制御することが可能になる。

【 0 0 2 7 】

本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、磁気抵抗効果素子用膜およびダミー膜は、下地側から順に積層された第1の磁性層、トンネルバリア層および第2の磁性層を有していてもよい。この場合、エッチングを停止する位置は、第2の磁性層とトンネルバリア層との境界の位置、トンネルバリア層の厚み方向の途中の位置、トンネルバリア層と第1の磁性層との境界の位置、第1の磁性層の厚

み方向の途中の位置のいずれでもよい。

【 0 0 2 8 】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、更に、磁気抵抗効果素子用膜およびダミー膜の下地となる金属層を形成する工程を備えていてもよい。この場合、金属層は非磁性金属によって形成されてもよい。

【 0 0 2 9 】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、ダミー膜は、ダミー膜の形成後に形成される薄膜パターンによって集積面上において隠される位置に形成されてもよい。

【 0 0 3 0 】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、ダミー膜の形状は、薄膜磁気ヘッドの個体を識別するための記号を表してもよい。

【 0 0 3 1 】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、ダミー膜が形成される領域の面積は、薄膜磁気ヘッドを形成すべき領域の面積の 0. 0 5 ~ 3 0 % の範囲内であってもよい。

【 0 0 3 2 】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、ダミー膜が形成される領域の面積は、薄膜磁気ヘッドを形成すべき領域の面積の 0. 1 ~ 2 0 % の範囲内であってもよい。

【 0 0 3 3 】

本発明の薄膜磁気ヘッドは、下地の上に形成された磁気抵抗効果素子とダミー部とを備え、磁気抵抗効果素子は、磁気抵抗効果素子を形成するために用いられる所定の形状の磁気抵抗効果素子用膜のうちの一部の領域における厚み方向の一部がエッチングされて形成されており、ダミー部は、磁気抵抗効果素子用膜と同じ膜構成を有するが磁気抵抗効果素子を形成するためには用いられないダミー膜の厚み方向の一部がエッチングされて形成されているものである。

【 0 0 3 4 】

本発明の薄膜磁気ヘッドでは、ダミー膜の厚み方向の一部がエッチングされて

形成されたダミー部を備えている。従って、本発明の薄膜磁気ヘッドを製造する場合には、磁気抵抗効果素子用膜の一部をエッチングして磁気抵抗効果素子を形成する際に、磁気抵抗効果素子用膜とダミー膜とを同時にエッチングすることが可能になる。そのため、本発明によれば、エッチングによって磁気抵抗効果素子用膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定を精度よく行い、エッチングを停止する位置を精度よく制御することが可能になる。

【 0 0 3 5 】

本発明の薄膜磁気ヘッドにおいて、磁気抵抗効果素子は、下地側から順に配置された第1の磁性層、トンネルバリア層および第2の磁性層を有していてもよい。この場合、ダミー部の下地とは反対側の面は、磁気抵抗効果素子の厚み方向について、第2の磁性層とトンネルバリア層との境界の位置に対応した位置に配置されていてもよいし、トンネルバリア層の厚み方向の途中の位置に対応した位置に配置されていてもよいし、トンネルバリア層と第1の磁性層との境界の位置に対応した位置に配置されていてもよいし、第1の磁性層の厚み方向の途中の位置に対応した位置に配置されていてもよい。

【 0 0 3 6 】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドは、更に、磁気抵抗効果素子およびダミー部の下地となる金属層を備えていてもよい。この場合、金属層は非磁性金属によって形成されていてもよい。

【 0 0 3 7 】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドにおいて、ダミー部は、ダミー部の形成後に形成される薄膜パターンによって集積面上において隠される位置に形成されていてもよい。

【 0 0 3 8 】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドにおいて、ダミー部の形状は、薄膜磁気ヘッドの個体を識別するための記号を表していてもよい。

【 0 0 3 9 】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドにおいて、ダミー部が配置された領域の面積は、薄膜磁気ヘッドにおいて磁気抵抗効果素子およびダミー部が配置された面の面

積の 0.05～30%の範囲内であってもよい。

【0040】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドにおいて、ダミー部が配置された領域の面積は、薄膜磁気ヘッドにおいて磁気抵抗効果素子およびダミー部が配置された面の面積の 0.1～20%の範囲内であってもよい。

【0041】

本発明の薄膜磁気ヘッドにおける薄膜パターンの形成方法は、基体と、この基体に形成された薄膜磁気ヘッド素子とを備え、薄膜磁気ヘッド素子は、所定の形状の被エッチング膜のうちの一部の領域における厚み方向の一部がエッチングされて形成された薄膜パターンを有する薄膜磁気ヘッドにおける薄膜パターンを形成する方法であって、

一つの薄膜磁気ヘッドを形成すべき領域内において、薄膜パターンが形成される下地の上に、被エッチング膜と、この被エッチング膜と同じ膜構成を有するが薄膜パターンを形成するためには用いられないダミー膜とを、それぞれ所定の形状に形成する工程と、

被エッチング膜の一部をエッチングすることによって薄膜パターンを形成するために、被エッチング膜のうちの一部の領域における厚み方向の一部とダミー膜における厚み方向の一部とを同時にエッチングする工程と、

エッチングする工程中において、エッチングによって被エッチング膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定を行い、その測定結果に基づいてエッチングを停止する位置を制御する工程とを備えたものである。

【0042】

本発明の薄膜磁気ヘッドにおける薄膜パターンの形成方法では、エッチングする工程中において、被エッチング膜とダミー膜とが同時にエッチングされる。また、エッチングを停止する位置を制御する工程では、エッチングによって被エッチング膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定が行われる。従って、本発明では、精度のよい測定が可能になり、結果的に、エッチングを停止する位置を精度よく制御することが可能になる。

【 0 0 4 3 】

【 発 明 の 実 施 の 形 態 】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

〔 第 1 の 実 施 の 形 態 〕

始めに、図 1 および図 2 を参照して、本発明の第 1 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの構成について説明する。図 1 は本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図、図 2 は本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面図である。図 1 において、記号 A B S はエアベアリング面すなわち媒体対向面となる位置を示している。この媒体対向面は研磨加工によって形成される。また、図 2 において、(a) は薄膜磁気ヘッド素子の媒体対向面の近傍の部分における媒体対向面に平行な断面を示し、(b) は図 1 において B - B 線で表される断面を示している。

【 0 0 4 4 】

本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、基板 1 と、この基板 1 の上に形成された再生ヘッドと、この再生ヘッドの上に形成された記録ヘッドとを備えている。基板 1 は本発明における基体に対応する。再生ヘッドは TMR 素子を有し、記録ヘッドは誘導型電磁変換素子を有している。

【 0 0 4 5 】

再生ヘッドは、基板 1 の上に順に形成された下部電極層 2、下部金属層 3、下部強磁性層 4、トンネルバリア層 5、上部強磁性層 6、ピン止め層 7、キャップ層 8 および上部電極層 1 4 とを備えている。下部強磁性層 4 の外形は、後で詳しく説明するが F F G (フロントフラックスガイド) の機能を果たすように所定の形状に形成されている。下部強磁性層 4 のトンネルバリア層 5 側の一部、トンネルバリア層 5、上部強磁性層 6、ピン止め層 7 およびキャップ層 8 は、エッチングによって、下部強磁性層 4 の外形よりも小さい所定の形状に形成されている。

【 0 0 4 6 】

再生ヘッドは、更に、媒体対向面に平行な方向の下部強磁性層 4 の両側の位置において下部金属層 3 の上に形成された 2 つの硬磁性層 1 1 と、下部金属層 3 と上部電極層 1 4 との間においてトンネルバリア層 5、上部強磁性層 6、ピン止め層 7 およびキャップ層 8 の周囲に配置された絶縁層 1 3 とを備えている。

【0047】

下部電極層2と上部電極層14は、TMR素子に信号検出用の電流を流すためのものである。下部電極層2はTMR素子をシールドするための下部シールド層を兼ねている。上部電極層14はTMR素子をシールドするための上部シールド層と記録ヘッドの下部磁極層を兼ねている。

【0048】

下部金属層3は、下部電極層2と上部電極層14との間の距離を調整するために設けられる。下部金属層3の材料としては、Ta、Cr、NiCr、Ti、TiW等の非磁性金属が用いられる。

【0049】

下部強磁性層4と上部強磁性層6の材料としては、Fe、Co、Ni、FeCo、NiFe、CoZrNb、FeCoNi等が用いられる。トンネルバリア層5の材料としては、 Al_2O_3 、NiO、GdO、MgO、 Ta_2O_5 、 MoO_2 、 TiO_2 、 WO_2 等の非磁性絶縁材料が用いられる。ただし、これらの材料は、必ずしも化学量論組成である必要はない。

【0050】

ピン止め層7は、上部強磁性層6の磁化方向を磁界検出方向に固定（ピン止め）するためのものである。ピン止め層7の材料としては、上部強磁性層6の磁化方向を固定できるものであれば、特に限定されないが、通常はPtMn等の反強磁性材料が用いられる。

【0051】

キャップ層8は、ピン止め層7の特性劣化や表面の酸化を防ぐためのものである。キャップ層8の材料としては、Ta、Cr、NiCr、Ti、TiW等の非磁性金属が用いられる。

【0052】

本実施の形態では、下部強磁性層4、トンネルバリア層5、上部強磁性層6、ピン止め層7およびキャップ層8からなる積層膜をTMR積層膜と言う。このTMR積層膜は、本発明における磁気抵抗効果素子用膜および被エッチング膜に対応する。また、以下、下部強磁性層4、トンネルバリア層5および上部強磁性層

6が重なる部分をトンネル接合部と言う。下部強磁性層4、トンネルバリア層5、上部強磁性層6およびピン止め層7は、TMR素子を構成する。また、下部強磁性層4は本発明における第1の磁性層に対応し、上部強磁性層6は本発明における第2の磁性層に対応する。硬磁性層11は、トンネル接合部にバイアス磁界を印加するためのものであり、硬磁性材料によって形成される。

【0053】

記録ヘッドは、互いに磁氣的に連結され、媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む下部磁極層（上部電極層14）および上部磁極層16と、下部磁極層（上部電極層14）と上部磁極層16との間に設けられた絶縁膜よりなる記録ギャップ層15と、少なくとも一部が下部磁極層（上部電極層14）と上部磁極層16との間にあり、記録ギャップ層15よりも上に設けられた薄膜コイル21と、薄膜コイル21と上部磁極層16との間を絶縁する絶縁膜22とを備えている。記録ギャップ層15は下部磁極層（上部電極層14）の上に形成されている。薄膜コイル21は絶縁膜22を介して記録ギャップ層15の上に形成されている。上部磁極層16は、薄膜コイル21を覆う絶縁膜22および記録ギャップ層15の上に形成されている。図1および図2（a）において、符号16aは上部磁極層16の磁極部分を示している。また、薄膜コイル21の中心部分において、記録ギャップ層15にはコンタクトホールが形成されており、このコンタクトホールを介して、上部磁極層16は下部磁極層（上部電極層14）に対して磁氣的に連結されている。

【0054】

薄膜磁気ヘッドは、更に、アルミナ（ Al_2O_3 ）等の絶縁材料よりなり、記録ヘッドの全体を覆う保護層17を備えている。薄膜磁気ヘッドは、更に、上面において露出する4つの端子部（ボンディングパッド）23と、下部電極層2、上部電極層14および薄膜コイル21の両端部と各端子部23との間を電氣的に接続する導電部24と、薄膜磁気ヘッドの個体を識別するための識別部25とを備えている。端子部23および導電部24は金属膜によって構成されている。導電部24は、保護層17内に形成されている。識別部25には、薄膜磁気ヘッドの個体を識別するための識別記号を表す薄膜パターンが形成されている。

【 0 0 5 5 】

図 2 (b) に示したように、端子部 2 3 が設けられた領域では、基板 1 の上に、下部電極層 2 と同じ材料よりなるダミーの下部電極層 3 2、下部金属層 3 と同じ材料よりなるダミーの下部金属層 3 3、下部強磁性層 4 と同じ材料よりなるダミーの下部強磁性層 3 4、絶縁層 1 3、上部電極層 1 4 と同じ材料よりなるダミーの上部電極層 4 4、記録ギャップ層 1 5 と同じ材料よりなるダミーの記録ギャップ層 4 5、上部磁極層 1 6 と同じ材料よりなるダミーの上部磁極層 4 6、および端子部 2 3 が順に形成されている。

【 0 0 5 6 】

端子部 2 3 が設けられた領域におけるダミーの下部強磁性層 3 4 は、本実施の形態におけるダミー部を構成する。後で詳しく説明するが、ダミーの下部強磁性層 3 4 は、TMR 積層膜と同じ膜構成を有するが TMR 素子を形成するためには用いられないダミー膜の厚み方向の一部がエッチングされて形成されている。また、本実施の形態において、ダミー部が形成される領域をダミー領域と言う。

【 0 0 5 7 】

次に、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法の概略について説明する。本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、まず、基板 1 の上に再生ヘッドを形成する。次に、再生ヘッドの上に記録ヘッドを形成すると共に、導電部 2 4、端子部 2 3 および保護層 1 7 を形成する。1 枚のウェハ（基板 1）には、多数の薄膜磁気ヘッドとなる部分（以下、ヘッド部分と言う。）が形成され、このようなヘッド部分の集合体が切断されて各薄膜磁気ヘッドが製造される。ヘッド部分の集合体から最終的な薄膜磁気ヘッドが形成されるまでの間において、研磨加工によって薄膜磁気ヘッドの媒体対向面が規定される。この研磨加工によって、FFG である下部強磁性層 4 と記録ヘッドの磁極部分が媒体対向面に露出されると共に、媒体対向面からトンネル接合部までの距離およびスロートハイトがコントロールされる。なお、スロートハイトとは、磁極部分の媒体対向面側の端部から反対側の端部までの長さ（高さ）を言う。

【 0 0 5 8 】

次に、図 3 ないし図 9 を参照して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドにおけ

る再生ヘッドの製造方法について詳しく説明する。図 3 ないし図 9 において、(a) は集積面 (上面) を示し、(b) は図 3 (a) における A-A 線に対応する位置の断面を示し、(c) は図 1 における B-B 線に対応する位置の断面を示している。

【 0 0 5 9 】

本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドにおける再生ヘッドの製造方法では、まず、図 3 (a), (b) に示したように、図示しない基板の上において、薄膜磁気ヘッド素子が形成される領域に、下部電極層 2、下部金属層 3、下部強磁性層 4、トンネルバリア層 5、上部強磁性層 6、ピン止め層 7 およびキャップ層 8 を順に所定のパターンに形成する。このとき同時に、図 3 (c) に示したように、図示しない基板の上において、ダミー領域に、それぞれ、下部電極層 2、下部金属層 3、下部強磁性層 4、トンネルバリア層 5、上部強磁性層 6、ピン止め層 7 およびキャップ層 8 と同じ材料によって、これらの各層と同じ形成条件で、ダミーの下部電極層 3 2、ダミーの下部金属層 3 3、ダミーの下部強磁性層 3 4、ダミーのトンネルバリア層 3 5、ダミーの上部強磁性層 3 6、ダミーのピン止め層 3 7 およびダミーのキャップ層 3 8 を順に所定のパターンに形成する。ダミーの下部強磁性層 3 4 からダミーのキャップ層 3 8 までの積層膜は、TMR 積層膜と同じ膜構成を有するが TMR 素子を形成するためには用いられないダミー膜となる。

【 0 0 6 0 】

次に、図 3 (a), (b) に示したように、キャップ層 8 の上に、フォトリソグラフィにより、TMR 積層膜をパターニングするためのレジストマスク 9 を形成する。このとき同時に、図 3 (c) に示したように、ダミーのキャップ層 3 8 の上の全面に、フォトリソグラフィにより、レジストマスク 3 9 を形成する。次に、レジストマスク 9 を用いて、例えばイオンミリングによって、キャップ層 8、ピン止め層 7、上部強磁性層 6、トンネルバリア層 5 および下部強磁性層 4 を選択的にエッチングして、図 4 (a), (b) に示したように、TMR 積層膜をパターニングする。このとき、図 4 (c) に示したように、ダミーのキャップ層 3 8、ダミーのピン止め層 3 7、ダミーの上部強磁性層 3 6、ダミーのトン

ネルバリア層 3 5 およびダミーの下部強磁性層 3 4 はエッチングされない。その後、レジストマスク 9, 3 9 を剥離する。

【 0 0 6 1 】

次に、図 5 (a) , (b) に示したように、下部金属層 3 およびキャップ層 8 の上に、フォトリソグラフィーにより、硬磁性層を形成すべき領域以外の領域を覆うレジストマスク 1 0 を形成する。このとき同時に、図 5 (c) に示したように、ダミーのキャップ層 3 8 の上の全面に、フォトリソグラフィーにより、レジストマスク 4 0 を形成する。

【 0 0 6 2 】

次に、レジストマスク 1 0 を用いて、例えばイオンミリングによって、キャップ層 8、ピン止め層 7、上部強磁性層 6、トンネルバリア層 5 および下部強磁性層 4 を選択的にエッチングして、これらの層を図 6 (a) , (b) に示したようにパターニングする。このとき、図 6 (c) に示したように、ダミーのキャップ層 3 8、ダミーのピン止め層 3 7、ダミーの上部強磁性層 3 6、ダミーのトンネルバリア層 3 5 およびダミーの下部強磁性層 3 4 はエッチングされない。

【 0 0 6 3 】

次に、図 6 (a) , (b) に示したように、レジストマスク 1 0 によって覆われていない下部金属層 3 の上に硬磁性層 1 1 を形成する。このとき、図 6 (c) に示したように、ダミーのキャップ層 3 8 の上には硬磁性層 1 1 は形成されない。次に、レジストマスク 1 0, 4 0 をリフトオフする。

【 0 0 6 4 】

次に、図 7 (a) , (b) に示したように、キャップ層 8 の上に、フォトリソグラフィーにより、トンネル接合部の形状を決定するためのレジストマスク 1 2 を形成する。このとき、図 7 (c) に示したように、ダミーのキャップ層 3 8 の上には、レジストマスクは形成しない。

【 0 0 6 5 】

次に、図 8 (a) , (b) に示したように、レジストマスク 1 2 を用いて、例えばイオンミリングによって、少なくともキャップ層 8、ピン止め層 7 および上部強磁性層 6 を選択的にエッチングして、トンネル接合部の形状を決定する。こ

ここで、エッチングを停止する位置は、トンネルバリア層 5 の上面の位置から下部強磁性層 4 の厚み方向の途中の位置までの間の所定の位置に設定される。図 8 (b) には、エッチングを停止する位置を、下部強磁性層 4 の厚み方向の途中の位置とした例を示している。トンネル接合部の形状を決定するためのエッチングの際には、図 8 (c) に示したように、ダミー領域では、少なくともダミーのキャップ層 3 8、ダミーのピン止め層 3 7 およびダミーの上部強磁性層 3 6 がエッチングされる。ダミー領域において、エッチングを停止する位置は、薄膜磁気ヘッド素子が形成される領域と同様であり、ダミーのトンネルバリア層 3 5 の上面の位置からダミーの下部強磁性層 3 4 の厚み方向の途中の位置までの間の所定の位置に設定される。図 8 (c) には、ダミー領域においてエッチングを停止する位置を、ダミーの下部強磁性層 3 4 の厚み方向の途中の位置とした例を示している。

【 0 0 6 6 】

トンネル接合部の形状を決定するためのエッチングの際には、磁気抵抗効果素子用膜としての TMR 積層膜とダミー膜とが同時にエッチングされる。このエッチングの際には、二次イオン質量分析法 (S I M S) による測定や発光量の測定等、エッチングによって TMR 積層膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定を行う。そして、その測定結果に基づいて、エッチングが行われている膜の材料およびその膜におけるエッチングの深さをリアルタイムに判断して、エッチングを停止する位置を制御する。

【 0 0 6 7 】

次に、図 8 (a) ~ (c) に示したように、全体に絶縁層 1 3 を形成した後、レジストマスク 1 2 をリフトオフする。

【 0 0 6 8 】

次に、図 9 (a), (b) に示したように、薄膜磁気ヘッド素子が形成される領域において、キャップ層 8 および絶縁層 1 3 の上に、上部電極層 1 4 を形成する。このとき同時に、図 9 (c) に示したように、ダミー領域において、絶縁層 1 3 の上に、上部電極層 1 4 と同じ材料によって、上部電極層 1 4 と同じ形成条件で、ダミーの上部電極層 4 4 を形成する。

【 0 0 6 9 】

このようにして、再生ヘッドが製造される。この再生ヘッドにおいて、下部強磁性層 4 の形状は、レジストマスク 1 0 の形状によって決定される。この下部強磁性層 4 は、トンネル接合部から媒体対向面側（図 3 ないし図 9 の（a）において下側）に延びる部分と、トンネル接合部から媒体対向面に平行に両側に延びる 2 つの部分とを有する T 字形をなしている。この下部強磁性層 4 が F F G となっている。

【 0 0 7 0 】

図 1 0 ないし図 1 2 は、それぞれ、トンネル接合部の形状を決定するためのエッチングを停止する位置の他の例を示している。図 1 0 ないし図 1 2 は、いずれも、図 8 と同様に、トンネル接合部の形状を決定するためのエッチングを行い、更に絶縁層 1 3 を形成した後の状態を表している。また、図 1 0 ないし図 1 2 において、（a）は図 3（a）における A - A 線に対応する位置の断面を示し、（b）は図 1 における B - B 線に対応する位置の断面を示している。

【 0 0 7 1 】

図 1 0 に示した例では、エッチングを停止する位置を、上部強磁性層 6 とトンネルバリア層 5 との境界の位置としている。この例では、ダミー領域において、エッチングを停止する位置は、ダミーの上部強磁性層 3 6 とダミーのトンネルバリア層 3 5 との境界の位置となる。従って、この場合には、ダミー部は、ダミーの下部強磁性層 3 4 とダミーのトンネルバリア層 3 5 によって構成される。そして、ダミー部の下地とは反対側の面は、TMR 素子の厚み方向について、上部強磁性層 6 とトンネルバリア層 5 との境界の位置に対応した位置に配置される。

【 0 0 7 2 】

図 1 1 に示した例では、エッチングを停止する位置を、トンネルバリア層 5 の厚み方向の途中の位置としている。この例では、ダミー領域において、エッチングを停止する位置は、ダミーのトンネルバリア層 3 5 の厚み方向の途中の位置となる。従って、この場合には、ダミー部は、ダミーの下部強磁性層 3 4 とダミーのトンネルバリア層 3 5 の厚み方向の一部によって構成される。そして、ダミー部の下地とは反対側の面は、TMR 素子の厚み方向について、トンネルバリア層

5の厚み方向の途中の位置に対応した位置に配置される。

【0073】

図12に示した例では、エッチングを停止する位置を、トンネルバリア層5と下部強磁性層4との境界の位置としている。この例では、ダミー領域において、エッチングを停止する位置は、ダミーのトンネルバリア層35とダミーの下部強磁性層34との境界の位置となる。従って、この場合には、ダミー部は、ダミーの下部強磁性層34のみによって構成される。そして、ダミー部の下地とは反対側の面は、TMR素子の厚み方向について、トンネルバリア層5と下部強磁性層4との境界の位置に対応した位置に配置される。

【0074】

以上説明したように、本実施の形態では、トンネル接合部の形状を決定するためのエッチングの際には、磁気抵抗効果素子用膜としてのTMR積層膜とダミー膜とが同時にエッチングされる。このエッチングの際には、二次イオン質量分析法(SIMS)による測定や発光量の測定等、エッチングによってTMR積層膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定を行って、エッチングを停止する位置を制御する。本実施の形態によれば、ダミー膜を設けない場合に比べて、上記のエッチングの際に飛散する物質の量を多くすることができるので、飛散する元素を同定する測定において十分な信号強度を得ることができ、その結果、精度のよい測定が可能になる。従って、本実施の形態によれば、エッチングを停止する位置を精度よく制御することが可能になる。

【0075】

また、本実施の形態では、ダミー領域は、一つの薄膜磁気ヘッドを形成すべき領域内に配置される。従って、本実施の形態によれば、ダミー領域を設けても、ウェハにおける薄膜磁気ヘッドを形成すべき領域の密度が低下することはない。

【0076】

以上のことから、本実施の形態によれば、製造効率を低下させることなく、すなわち1枚のウェハあたりのヘッドの取り個数を減らすことなく、エッチングを停止する位置のばらつきによる薄膜磁気ヘッドの特性のばらつきを抑えることができる。

【 0 0 7 7 】

ところで、TMR積層膜およびダミー膜をエッチングする場合、それらの膜の下地の状態が異なると、エッチングの条件、特にエッチングレートが異なる場合がある。本実施の形態によれば、TMR積層膜の下地となる下部金属層3およびダミー膜の下地となるダミーの下部金属層33を設け、TMR積層膜およびダミー膜の下地を同じ状態としたので、TMR積層膜とダミー膜に対するエッチングの条件をより等しくすることができる。

【 0 0 7 8 】

また、本実施の形態では、ダミー膜またはダミー部を、ダミー膜またはダミー部の形成後に形成される薄膜パターンである端子部23によって集積面上において隠される位置に配置したので、ダミー膜またはダミー部が薄膜磁気ヘッドの外観上の障害になることを防止することができる。

【 0 0 7 9 】

ところで、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法において、ダミー膜が形成される領域の面積は、薄膜磁気ヘッドを形成すべき領域の面積の0.05～30%の範囲内とするのが好ましく、0.1～20%の範囲内とするのがより好ましい。同様に、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドにおいて、ダミー部が配置された領域の面積は、薄膜磁気ヘッドにおいてTMR素子およびダミー部が配置された面の面積の0.05～30%の範囲内とするのが好ましく、0.1～20%の範囲内とするのがより好ましい。上記の範囲における下限値は、エッチングによってTMR積層膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定において十分な精度を得るために必要な値である。一方、上記の範囲における上限値は、ダミー膜またはダミー部を薄膜磁気ヘッドの外観上の障害とならないように配置する場合におけるダミー膜またはダミー部の面積の割合の上限値である。従って、ダミー膜またはダミー部の面積の割合を上記範囲内とすることにより、エッチングによってTMR積層膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定の精度を十分に大きくし、且つダミー膜またはダミー部を薄膜磁気ヘッドの外観上の障害とならない位置に配置することが可能になる。

【 0 0 8 0 】

〔第 2 の実施の形態〕

次に、図 1 3 ないし図 2 1 を参照して、本発明の第 2 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドにおける再生ヘッドの製造方法について説明する。本実施の形態では、ダミー領域を識別部 2 5 に配置している。図 1 3 ないし図 2 1 において、(a) は集積面 (上面) を示し、(b) は図 3 (a) における A-A 線に対応する位置の断面を示し、(c) は図 1 に示した識別部 2 5 における一部の断面を示している。

【 0 0 8 1 】

本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドにおける再生ヘッドの製造方法では、まず、図 1 3 (a), (b) に示したように、図示しない基板の上において、薄膜磁気ヘッド素子が形成される領域に、下部電極層 2、下部金属層 3、下部強磁性層 4、トンネルバリア層 5、上部強磁性層 6、ピン止め層 7 およびキャップ層 8 を順に所定のパターンに形成する。このとき同時に、図 1 3 (c) に示したように、図示しない基板の上において、ダミー領域、すなわち識別部 2 5 となる領域に、それぞれ、下部金属層 3、下部強磁性層 4、トンネルバリア層 5、上部強磁性層 6、ピン止め層 7 およびキャップ層 8 と同じ材料によって、これらの各層と同じ形成条件で、ダミーの下部金属層 3 3、ダミーの下部強磁性層 3 4、ダミーのトンネルバリア層 3 5、ダミーの上部強磁性層 3 6、ダミーのピン止め層 3 7 およびダミーのキャップ層 3 8 を順に所定のパターンに形成する。ダミーの下部強磁性層 3 4 からダミーのキャップ層 3 8 までの積層膜は、下部強磁性層 4 からキャップ層 8 までの TMR 積層膜と同じ膜構成を有するが TMR 素子を形成するためには用いられないダミー膜となる。

【 0 0 8 2 】

次に、図 1 3 (c) に示したように、ダミーのキャップ層 3 8 の上に、フォトリソグラフィーにより、識別記号を表す薄膜パターンを形成するためのレジストマスク 5 1 を形成する。このとき同時に、図 1 3 (a), (b) に示したように、キャップ層 8 の上の全面に、フォトリソグラフィーにより、レジストマスク 5 2 を形成する。次に、レジストマスク 5 1 を用いて、例えばイオンミリングによって、ダミーのキャップ層 3 8、ダミーのピン止め層 3 7、ダミーの上部強磁性

層 36、ダミーのトンネルバリア層 35、ダミーの下部強磁性層 34 およびダミーの下部金属層 33 をエッチングして、図 14 (c) に示したように、これらの層をパターニングする。このとき、図 14 (a), (b) に示したように、キャップ層 8、ピン止め層 7、上部強磁性層 6、トンネルバリア層 5、下部強磁性層 4 および下部金属層 3 はエッチングされない。その後、レジストマスク 51, 52 を剥離する。エッチングによってパターニングされたダミーのキャップ層 38 ないしダミーの下部金属層 33 の形状は、識別部 25 における識別記号を表す。

【0083】

次に、図 15 (a), (b) に示したように、キャップ層 8 の上に、フォトリソグラフィーにより、TMR 積層膜をパターニングするためのレジストマスク 9 を形成する。このとき同時に、図 15 (c) に示したように、フォトリソグラフィーにより、ダミーのキャップ層 38 ないしダミーの下部金属層 33 を覆うようにレジストマスク 39 を形成する。次に、レジストマスク 9 を用いて、例えばイオンミリングによって、キャップ層 8、ピン止め層 7、上部強磁性層 6、トンネルバリア層 5 および下部強磁性層 4 を選択的にエッチングして、図 16 (a), (b) に示したように、TMR 積層膜をパターニングする。このとき、図 16 (c) に示したように、ダミーのキャップ層 38、ダミーのピン止め層 37、ダミーの上部強磁性層 36、ダミーのトンネルバリア層 35 およびダミーの下部強磁性層 34 はエッチングされない。その後、レジストマスク 9, 39 を剥離する。

【0084】

次に、図 17 (a), (b) に示したように、下部金属層 3 およびキャップ層 8 の上に、フォトリソグラフィーにより、硬磁性層を形成すべき領域以外の領域を覆うレジストマスク 10 を形成する。このとき同時に、図 17 (c) に示したように、フォトリソグラフィーにより、ダミーのキャップ層 38 ないしダミーの下部金属層 33 を覆うようにレジストマスク 40 を形成する。

【0085】

次に、レジストマスク 10 を用いて、例えばイオンミリングによって、キャップ層 8、ピン止め層 7、上部強磁性層 6、トンネルバリア層 5 および下部強磁性層 4 を選択的にエッチングして、これらの層を図 18 (a), (b) に示したよ

うにパターニングする。このとき、図 1 8 (c) に示したように、ダミーのキャップ層 3 8、ダミーのピン止め層 3 7、ダミーの上部強磁性層 3 6、ダミーのトンネルバリア層 3 5 およびダミーの下部強磁性層 3 4 はエッチングされない。

【 0 0 8 6 】

次に、図 1 8 (a), (b) に示したように、レジストマスク 1 0 によって覆われていない下部金属層 3 の上に硬磁性層 1 1 を形成する。このとき、図 1 8 (c) に示したように、ダミーのキャップ層 3 8 の上には硬磁性層 1 1 は形成されない。次に、レジストマスク 1 0, 4 0 をリフトオフする。

【 0 0 8 7 】

次に、図 1 9 (a), (b) に示したように、キャップ層 8 の上に、フォトリソグラフィにより、トンネル接合部の形状を決定するためのレジストマスク 1 2 を形成する。このとき、図 1 9 (c) に示したように、ダミーのキャップ層 3 8 の上には、レジストマスクは形成しない。

【 0 0 8 8 】

次に、図 2 0 (a), (b) に示したように、レジストマスク 1 2 を用いて、例えばイオンミリングによって、少なくともキャップ層 8、ピン止め層 7 および上部強磁性層 6 を選択的にエッチングして、トンネル接合部の形状を決定する。ここで、エッチングを停止する位置は、トンネルバリア層 5 の上面の位置から下部強磁性層 4 の厚み方向の途中の位置までの間の所定の位置に設定される。図 2 0 (b) には、エッチングを停止する位置を、下部強磁性層 4 の厚み方向の途中の位置とした例を示している。トンネル接合部の形状を決定するためのエッチングの際には、図 2 0 (c) に示したように、ダミー領域では、少なくともダミーのキャップ層 3 8、ダミーのピン止め層 3 7 およびダミーの上部強磁性層 3 6 がエッチングされる。ダミー領域において、エッチングを停止する位置は、薄膜磁気ヘッド素子が形成される領域と同様であり、ダミーのトンネルバリア層 3 5 の上面の位置からダミーの下部強磁性層 3 4 の厚み方向の途中の位置までの間の所定の位置に設定される。図 2 0 (c) には、ダミー領域においてエッチングを停止する位置を、ダミーの下部強磁性層 3 4 の厚み方向の途中の位置とした例を示している。図 2 0 (b), (c) に示したように、下部強磁性層 4 のうちのエッ

チングされた部分の残りの厚み t と、ダミーの下部強磁性層34のエッチング後の厚み t は等しくなる。

【0089】

トンネル接合部の形状を決定するためのエッチングの際には、磁気抵抗効果素子用膜としてのTMR積層膜とダミー膜とが同時にエッチングされる。このエッチングの際には、二次イオン質量分析法(SIMS)による測定や発光量の測定等、エッチングによってTMR積層膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定を行う。そして、その測定結果に基づいて、エッチングが行われている膜の材料およびその膜におけるエッチングの深さをリアルタイムに判断して、エッチングを停止する位置を制御する。

【0090】

次に、図20(a)～(c)に示したように、全体に絶縁層13を形成した後、レジストマスク12をリフトオフする。

【0091】

次に、図21(a)，(b)に示したように、薄膜磁気ヘッド素子が形成される領域において、キャップ層8および絶縁層13の上に、上部電極層14を形成する。このとき、図21(c)に示したように、ダミー領域においては、上部電極層14は形成しない。このようにして、再生ヘッドが製造される。

【0092】

本実施の形態では、ダミーの下部強磁性層34によってダミー部が構成される。また、識別部25における識別記号は、エッチングによってパターニングされたダミーの下部金属層33およびダミーの下部強磁性層34の形状によって表される。識別部25では、ダミーの下部強磁性層34の上には、絶縁層13と保護層17のみが形成される。従って、本実施の形態では、保護層17および絶縁層13を通して、ダミーの下部金属層33およびダミーの下部強磁性層34の形状によって表される識別記号を視覚的に認識することが可能になる。

【0093】

なお、本実施の形態において、トンネル接合部の形状を決定するためのエッチングを停止する位置は、図10ないし図12のいずれかに示した位置であっても

よい。エッチングを停止する位置を図 1 0 に示した位置または図 1 1 に示した位置とした場合には、ダミー部はダミーの下部強磁性層 3 4 およびダミーのトンネルバリア層 3 5 によって構成されると共に、識別部 2 5 における識別記号は、ダミーの下部金属層 3 3、ダミーの下部強磁性層 3 4 およびダミーのトンネルバリア層 3 5 の形状によって表される。エッチングを停止する位置を図 1 2 に示した位置とした場合には、ダミー部はダミーの下部強磁性層 3 4 によって構成されると共に、識別部 2 5 における識別記号は、ダミーの下部金属層 3 3 およびダミーの下部強磁性層 3 4 の形状によって表される。

【 0 0 9 4 】

本実施の形態では、ダミー膜またはダミー部を識別部 2 5 に配置し、ダミー膜またはダミー部の形状を、識別部 2 5 における識別記号を表す形状としたので、ダミー膜またはダミー部が薄膜磁気ヘッドの外観上の障害になることを防止することができる。

【 0 0 9 5 】

なお、本実施の形態において、識別部 2 5 における識別記号の視認性を高めるためには、ダミーの下部金属層 3 3 の厚みは、5 ~ 1 0 0 n m の範囲内とするのが好ましく、1 5 ~ 5 0 n m の範囲内とするのがより好ましい。

【 0 0 9 6 】

本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第 1 の実施の形態と同様である。

【 0 0 9 7 】

次に、上記第 1 または第 2 の実施の形態の効果を確認するために行った実験について説明する。この実験では、ダミー領域を設けた場合とダミー領域を設けない場合とで、トンネル接合部の形状を決定するためのエッチングの際に行われる測定の精度を比較した。

【 0 0 9 8 】

まず、図 2 2 を参照して、この実験で使用した再生ヘッドの形状について説明する。図 2 2 は、再生ヘッドにおけるトンネル接合部 2 0、下部強磁性層 4 および硬磁性層 1 1 を示している。この図において、F G W (Flux Guide Width) は

下部強磁性層 4 のうちのトンネル接合部 2 0 から媒体対向面まで延びる部分の幅、PMD (Permanent Magnet Distance) は下部強磁性層 4 のうちのトンネル接合部 2 0 から媒体対向面に平行に両側に延びる部分の長さ、TH (Track Height) はトンネル接合部 2 0 における媒体対向面に垂直な方向の長さ、TW (Track Width) はトンネル接合部 2 0 における媒体対向面に平行な方向の長さである。

【 0 0 9 9 】

実験では、ダミー領域を設けた第 1 の種類の再生ヘッドと、ダミー領域を設けない第 2 の種類の再生ヘッドとを作製した。いずれの種類の再生ヘッドにおいても、図 2 2 に示した各寸法は同一であり、FGW = 0. 3 5 μ m、PMD = 0. 5 μ m、TH = 0. 4 μ m、TW = 0. 4 μ mとした。

【 0 1 0 0 】

また、いずれの種類の再生ヘッドでも、TMR 素子部の膜構成は次のようにした。すなわち、下部金属層 3 は厚み 9 7. 5 nm の Ta 層とし、下部強磁性層 4 は下部金属層 3 側から順に厚み 3 nm の Ni Fe 層と厚み 2 nm の Co Fe 層を積層した構造とし、トンネルバリア層 5 は厚み 0. 7 nm の Al₂O₃ 層とし、上部強磁性層 6 は厚み 3 nm の Co Fe 層とし、ピン止め層 7 は厚み 3 0 nm の Pt Mn 層とし、キャップ層 8 は厚み 5 nm の Ta 層とした。

【 0 1 0 1 】

第 1 の種類の再生ヘッドでは、識別部 2 5 をダミー領域としている。すなわち、識別部 2 5 には、上記の TMR 素子部と同じ膜構成のダミー膜が形成される。このダミー膜は、薄膜磁気ヘッドの個体を識別するための記号を表すようにパターンニングされる。

【 0 1 0 2 】

第 2 の種類の再生ヘッドでは、識別部 2 5 において、薄膜磁気ヘッドの個体を識別するための記号は、パターンニングされた厚み 1 0 0 nm の Ti 層によって表される。

【 0 1 0 3 】

いずれの種類の再生ヘッドの製造工程においても、トンネル接合部 2 0 の形状を決定するためのエッチングとしてイオンミリングを用いると共に、二次イオン

質量分析法（SIMS）を用いて、エッチングによって飛散する元素を同定する測定を行った。エッチングは、キャップ層 8 から始めて、下部強磁性層 4 の途中まで行った。

【0104】

図 2 3 は第 1 の種類の再生ヘッドについての上記の測定の結果を示し、図 2 4 は第 2 の種類の再生ヘッドについての上記の測定の結果を示している。図 2 3 および図 2 4 において、横軸はエッチング開始時からの経過時間、縦軸は信号強度（カウント／秒）を表している。図 2 3 に示したように、第 1 の再生ヘッドの場合には、キャップ層 8 に含まれる Ta、ピン止め層 7 に含まれる Mn、上部強磁性層 6 に含まれる Co、下部強磁性層 4 に含まれる Ni の各元素毎に関して、各元素毎の信号の変化を認識するのに十分な信号強度が得られている。これに対し、図 2 4 に示したように、第 2 の再生ヘッドの場合には、上記の各元素毎に関して、各元素毎の信号の変化を認識するのに十分な信号強度は得られていない。従って、第 1 の再生ヘッドの場合には、エッチングによって飛散する元素を同定する測定の結果に基づいてエッチングを停止する位置を精度よく制御することが可能であるが、第 2 の再生ヘッドの場合にはそれが困難である。

【0105】

次に、第 1 の種類の再生ヘッドと第 2 の種類の再生ヘッドを、それぞれ 10 ウェハ分ずつ作製し、ウェハ毎の再生ヘッドの出力の平均値を求めた結果を、以下の表に示す。なお、以下の表において、ウェハ番号毎の数値は、ウェハ毎の再生ヘッドの出力の平均値（単位は μV_{pp} ）を示している。Avg は、ウェハ毎の再生ヘッドの出力の平均値を、更にウェハ番号が 1 から 10 のウェハについて平均した値（単位は μV_{pp} ）を示している。 σ は、ウェハ番号が 1 から 10 のウェハについての、ウェハ毎の再生ヘッドの出力の平均値の標準偏差を示す。 $3\sigma / Avg$ （単位は %）は、ウェハ間の再生ヘッドの出力のばらつきの指標となる。

【0106】

【表 1】

ウェハ番号	1	2	3	4	5	6	7
第 1 の種類	3298	3229	3319	3271	3347	3175	3156
第 2 の種類	2981	3167	2751	3057	2875	2901	2539

【 0 1 0 7 】

【表 2】

ウェハ番号	8	9	1 0	A v g	3 σ / A v g (%)
第 1 の種類	3290	3270	3193	3255	5.9
第 2 の種類	3198	2997	2781	2925	20.6

【 0 1 0 8 】

上記の表から、第 1 または第 2 の実施の形態のようにダミー領域を設けることにより、ウェハ間の再生ヘッドの出力のばらつきを低減できることが分かる。

【 0 1 0 9 】

なお、本発明は上記各実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、ダミー膜またはダミー部は、ダミー膜またはダミー部の形成後に形成される薄膜パターンとしての導電部 2 4 によって集積面上において隠される位置に配置してもよい。ダミー膜またはダミー部は、端子部 2 3、導電部 2 4、識別部 2 5 等が配置される複数の領域に配置してもよい。また、ダミー膜またはダミー部は、薄膜磁気ヘッドにおいて、端子部 2 3、導電部 2 4、識別部 2 5 が配置される領域以外の領域に設けてもよい。

【 0 1 1 0 】

また、本発明において、磁気抵抗効果素子は、TMR 素子に限らず、例えば、磁気抵抗効果素子用膜として反強磁性結合型多層膜やスピンプルプ型磁性多層膜等を用いた巨大磁気抵抗効果素子であってもよい。

【 0 1 1 1 】

また、本発明の薄膜パターンの形成方法は、磁気抵抗効果素子用膜をパターンニングする場合に限らず、所定の形状の被エッチング膜のうちの一部の領域におけ

る厚み方向の一部をエッチングして形成される薄膜パターンであれば、薄膜磁気ヘッド素子における任意の薄膜パターンを形成する場合に適用することができる。

【0112】

【発明の効果】

以上説明したように請求項1ないし12のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、一つの薄膜磁気ヘッドを形成すべき領域内に磁気抵抗効果素子用膜とダミー膜とを形成し、磁気抵抗効果素子用膜とダミー膜とを同時にエッチングし、エッチングによって磁気抵抗効果素子用膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定を行って、エッチングを停止する位置を制御するようにしたので、製造効率を低下させることなく、エッチングを停止する位置のばらつきによる特性のばらつきを抑えることができるという効果を奏する。

【0113】

また、請求項7または8記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、磁気抵抗効果素子用膜およびダミー膜の下地となる金属層を形成する工程を備えたので、磁気抵抗効果素子用膜とダミー膜に対するエッチングの条件をより等しくすることができるという効果を奏する。

【0114】

また、請求項9記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、ダミー膜は、ダミー膜の形成後に形成される薄膜パターンによって集積面上において隠される位置に形成されるようにしたので、ダミー膜が薄膜磁気ヘッドの外観上の障害になることを防止することができるという効果を奏する。

【0115】

また、請求項10記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、ダミー膜の形状は、薄膜磁気ヘッドの個体を識別するための記号を表すようにしたので、ダミー膜が薄膜磁気ヘッドの外観上の障害になることを防止することができるという効果を奏する。

【0116】

また、請求項11記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、ダミー膜が形成

される領域の面積を、薄膜磁気ヘッドを形成すべき領域の面積の 0.05～30%の範囲内としたので、エッチングによって磁気抵抗効果素子用膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定の精度を十分に大きくし、且つダミー膜を薄膜磁気ヘッドの外観上の障害とならない位置に配置することが可能になるという効果を奏する。

【0117】

また、請求項 12 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、ダミー膜が形成される領域の面積を、薄膜磁気ヘッドを形成すべき領域の面積の 0.1～20%の範囲内としたので、エッチングによって磁気抵抗効果素子用膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定精度を十分に大きくし、且つダミー膜を薄膜磁気ヘッドの外観上の障害とならない位置に配置することが可能になるという効果を奏する。

【0118】

また、請求項 13 ないし 24 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドによれば、この薄膜磁気ヘッドを製造する場合には、磁気抵抗効果素子用膜の一部をエッチングして磁気抵抗効果素子を形成する際に、磁気抵抗効果素子用膜とダミー膜とを同時にエッチングし、エッチングによって磁気抵抗効果素子用膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定を精度よく行い、エッチングを停止する位置を精度よく制御することが可能になる。従って、本発明によれば、製造効率を低下させることなく、エッチングを停止する位置のばらつきによる特性のばらつきを抑えることができるという効果を奏する。

【0119】

また、請求項 19 または 20 記載の薄膜磁気ヘッドによれば、磁気抵抗効果素子およびダミー部の下地となる金属層を備えたので、磁気抵抗効果素子用膜とダミー膜に対するエッチングの条件をより等しくすることができるという効果を奏する。

【0120】

また、請求項 21 記載の薄膜磁気ヘッドによれば、ダミー部は、ダミー部の形成後に形成される薄膜パターンによって集積面上において隠される位置に形成さ

れているので、ダミー膜が薄膜磁気ヘッドの外観上の障害になることを防止することができるという効果を奏する。

【 0 1 2 1 】

また、請求項 2 2 記載の薄膜磁気ヘッドによれば、ダミー部の形状は、薄膜磁気ヘッドの個体を識別するための記号を表すようにしたので、ダミー部が薄膜磁気ヘッドの外観上の障害になることを防止することができるという効果を奏する。

【 0 1 2 2 】

また、請求項 2 3 記載の薄膜磁気ヘッドによれば、ダミー部が配置された領域の面積を、薄膜磁気ヘッドにおいて磁気抵抗効果素子およびダミー部が配置された面の面積の 0. 0 5 ~ 3 0 % の範囲内としたので、エッチングによって磁気抵抗効果素子用膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定の精度を十分に大きくし、且つダミー部を薄膜磁気ヘッドの外観上の障害とならない位置に配置することが可能になるという効果を奏する。

【 0 1 2 3 】

また、請求項 2 4 記載の薄膜磁気ヘッドによれば、ダミー部が配置された領域の面積を、薄膜磁気ヘッドにおいて磁気抵抗効果素子およびダミー部が配置された面の面積の 0. 1 ~ 2 0 % の範囲内としたので、エッチングによって磁気抵抗効果素子用膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定の精度を十分に大きくし、且つダミー部を薄膜磁気ヘッドの外観上の障害とならない位置に配置することが可能になるという効果を奏する。

【 0 1 2 4 】

また、請求項 2 5 記載の薄膜磁気ヘッドにおける薄膜パターンの形成方法によれば、一つの薄膜磁気ヘッドを形成すべき領域内に被エッチング膜とダミー膜とを形成し、被エッチング膜とダミー膜とを同時にエッチングし、エッチングによって被エッチング膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定を行って、エッチングを停止する位置を制御するようにしたので、製造効率を低下させることなく、エッチングを停止する位置のばらつきによる特性のばらつきを抑えることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。

【図 2】

本発明の第 1 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面図である。

【図 3】

本発明の第 1 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を示す説明図である。

【図 4】

図 3 に続く工程を示す説明図である。

【図 5】

図 4 に続く工程を示す説明図である。

【図 6】

図 5 に続く工程を示す説明図である。

【図 7】

図 6 に続く工程を示す説明図である。

【図 8】

図 7 に続く工程を示す説明図である。

【図 9】

図 8 に続く工程を示す説明図である。

【図 10】

本発明の第 1 の実施の形態においてトンネル接合部の形状を決定するためのエッチングを停止する位置の他の例を示す説明図である。

【図 11】

本発明の第 1 の実施の形態においてトンネル接合部の形状を決定するためのエッチングを停止する位置の更に他の例を示す説明図である。

【図 12】

本発明の第 1 の実施の形態においてトンネル接合部の形状を決定するためのエッチングを停止する位置の更に他の例を示す説明図である。

【図 1 3】

本発明の第 2 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を示す説明図である。

【図 1 4】

図 1 3 に続く工程を示す説明図である。

【図 1 5】

図 1 4 に続く工程を示す説明図である。

【図 1 6】

図 1 5 に続く工程を示す説明図である。

【図 1 7】

図 1 6 に続く工程を示す説明図である。

【図 1 8】

図 1 7 に続く工程を示す説明図である。

【図 1 9】

図 1 8 に続く工程を示す説明図である。

【図 2 0】

図 1 9 に続く工程を示す説明図である。

【図 2 1】

図 2 0 に続く工程を示す説明図である。

【図 2 2】

第 1 または第 2 の実施の形態の効果を確認するための実験で使用した再生ヘッドの形状を示す説明図である。

【図 2 3】

第 1 または第 2 の実施の形態の効果を確認するための実験における第 1 の種類の再生ヘッドについての測定結果を示す特性図である。

【図 2 4】

第 1 または第 2 の実施の形態の効果を確認するための実験における第 2 の種類の再生ヘッドについての測定結果を示す特性図である。

【図 2 5】

F F G 型 T M R ヘッドの製造方法の一例における一工程を示す説明図である。

【図 2 6】

図 2 5 に続く工程を示す説明図である。

【図 2 7】

図 2 6 に続く工程を示す説明図である。

【図 2 8】

図 2 7 に続く工程を示す説明図である。

【図 2 9】

図 2 8 に続く工程を示す説明図である。

【図 3 0】

図 2 9 に続く工程を示す説明図である。

【図 3 1】

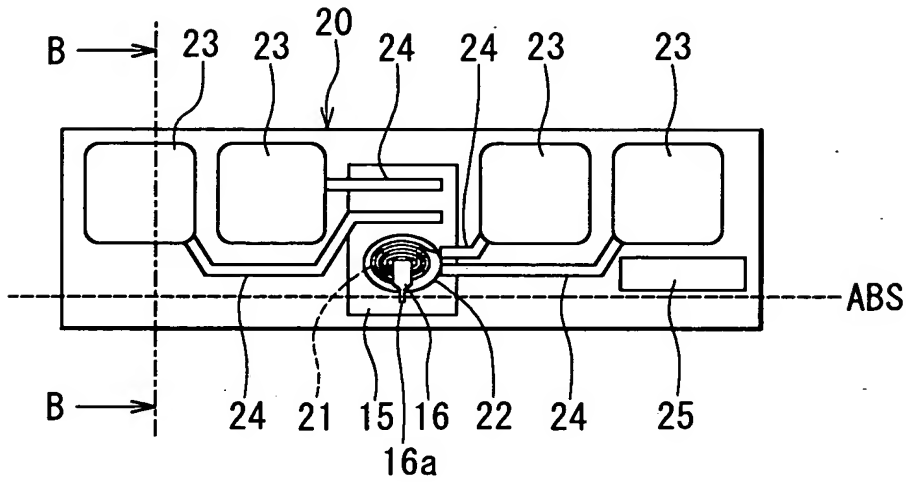
図 3 0 に続く工程を示す説明図である。

【符号の説明】

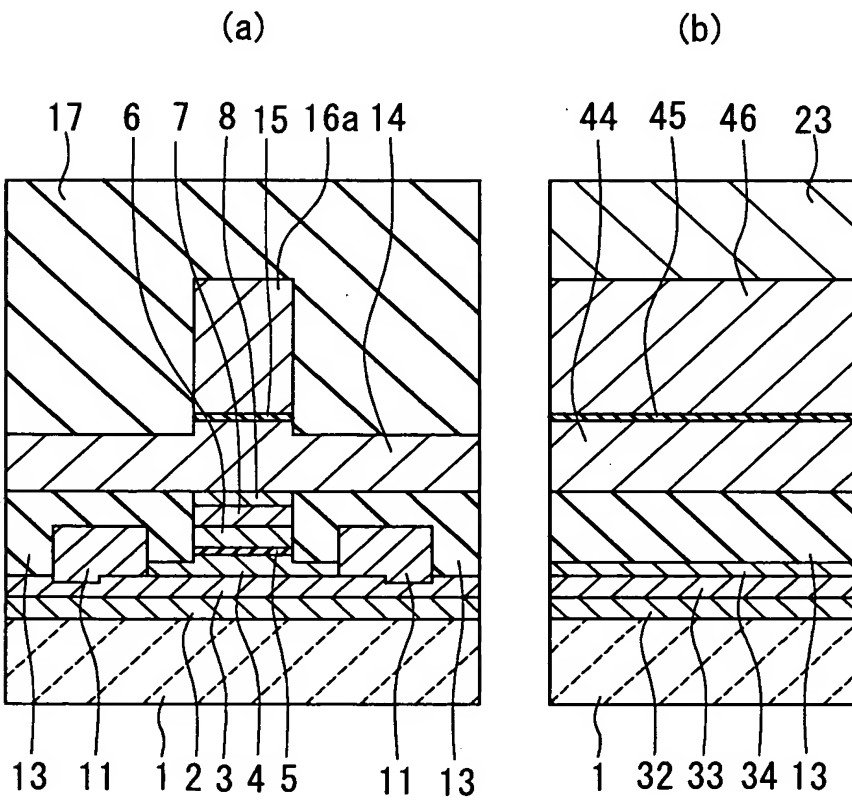
1 …基板、2 …下部電極層、3 …下部金属層、4 …下部強磁性層、5 …トンネルバリア層、6 …上部強磁性層、7 …ピン止め層、8 …キャップ層、11 …硬磁性層、13 …絶縁層、14 …上部電極層、23 …端子部、24 …導電部、25 …識別部、32 …ダミーの下部電極層、33 …ダミーの下部金属層、34 …ダミーの下部強磁性層、35 …ダミーのトンネルバリア層、36 …ダミーの上部強磁性層、37 …ダミーのピン止め層、38 …ダミーのキャップ層。

【書類名】 図面

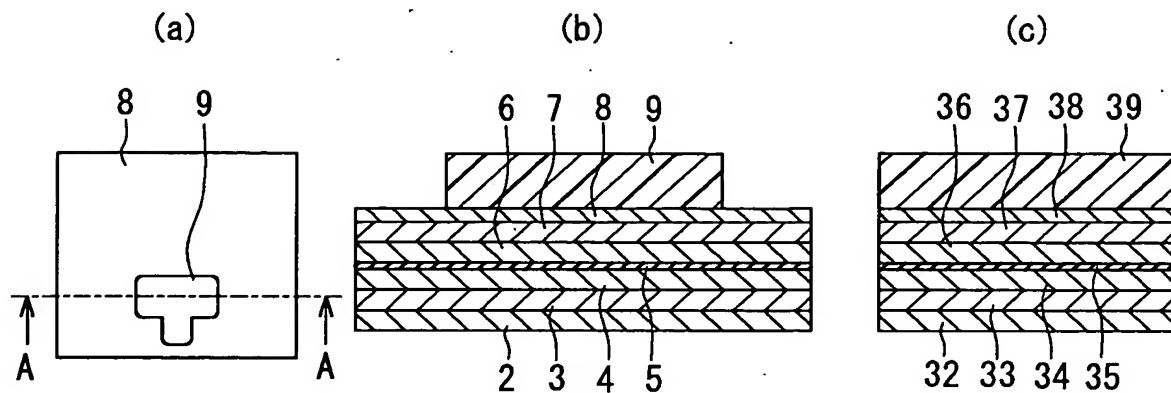
【図 1】



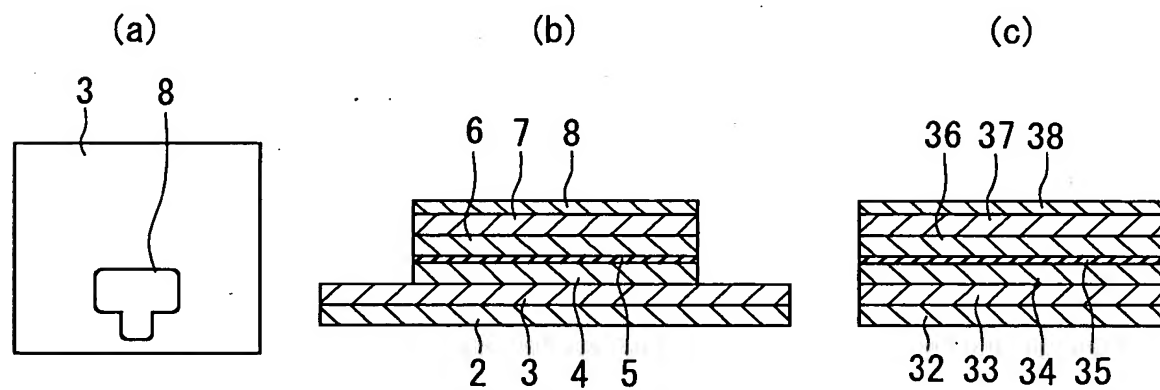
【図 2】



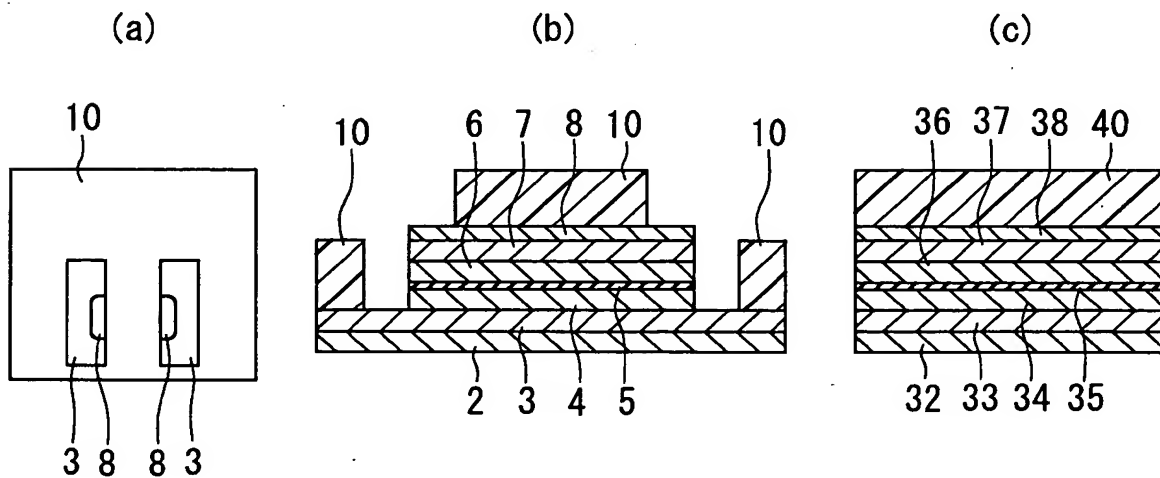
【図 3】



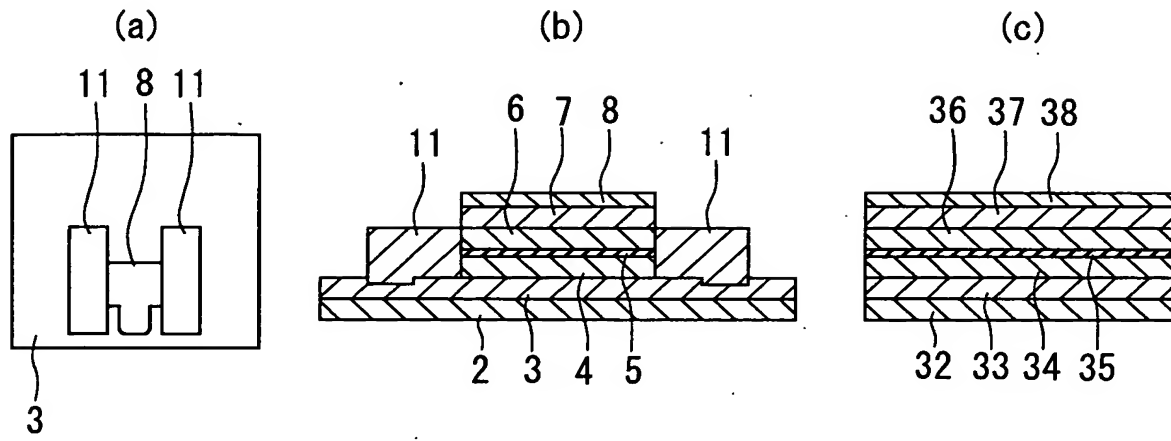
【図 4】



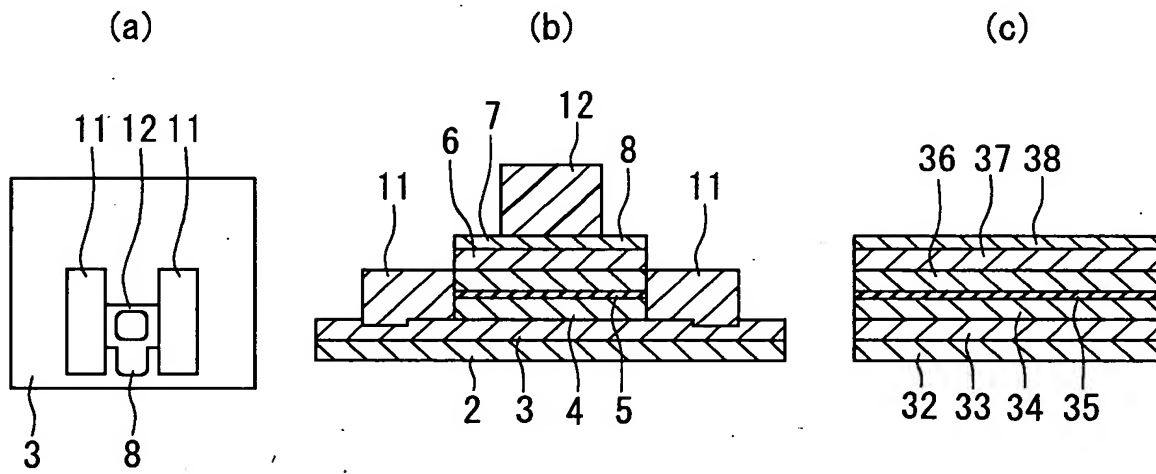
【図 5】



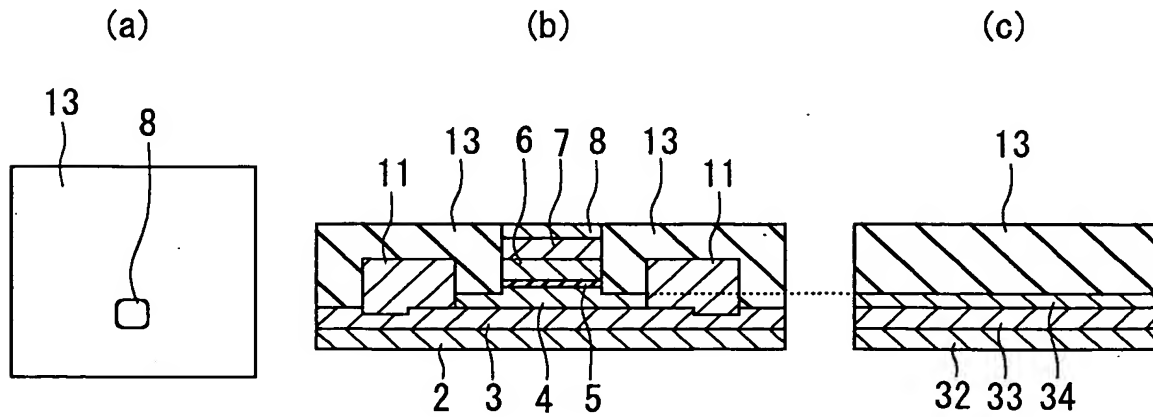
【図 6】



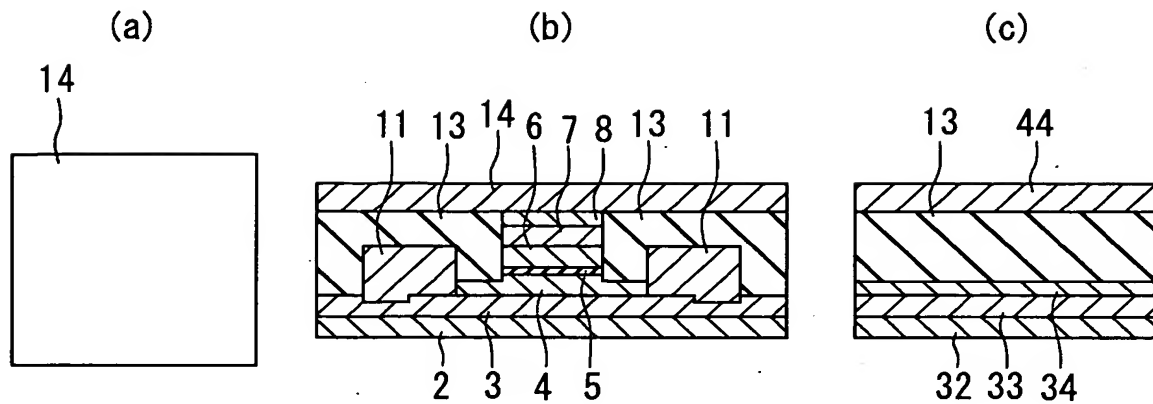
【図 7】



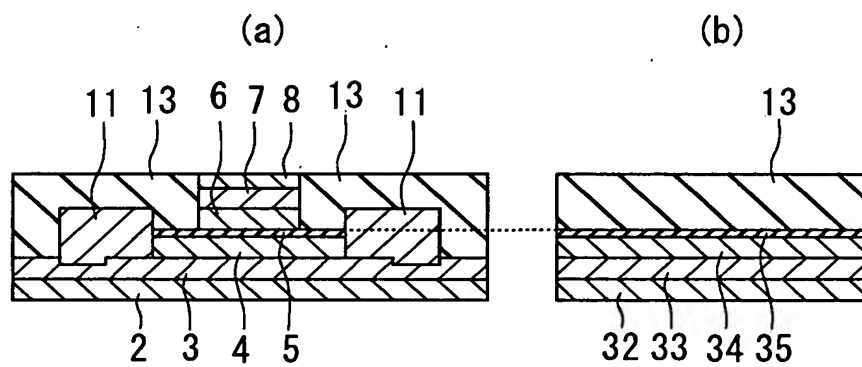
【図 8】



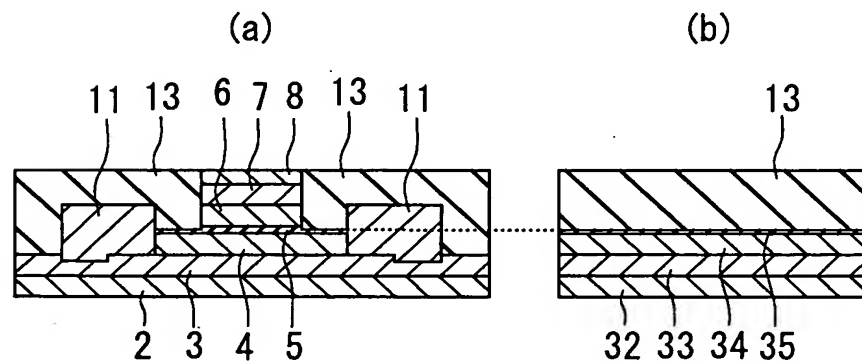
【図 9】



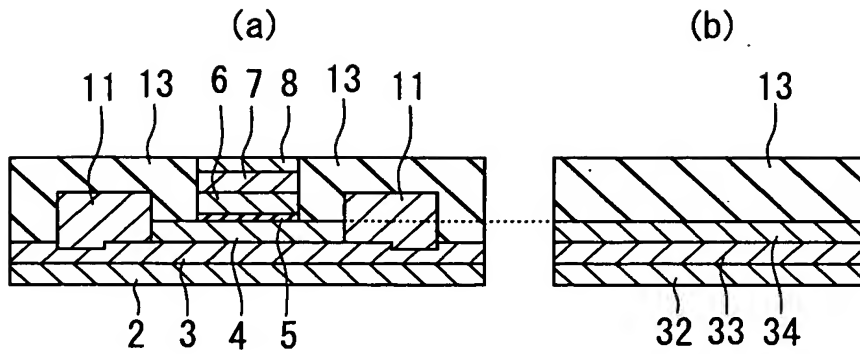
【図 10】



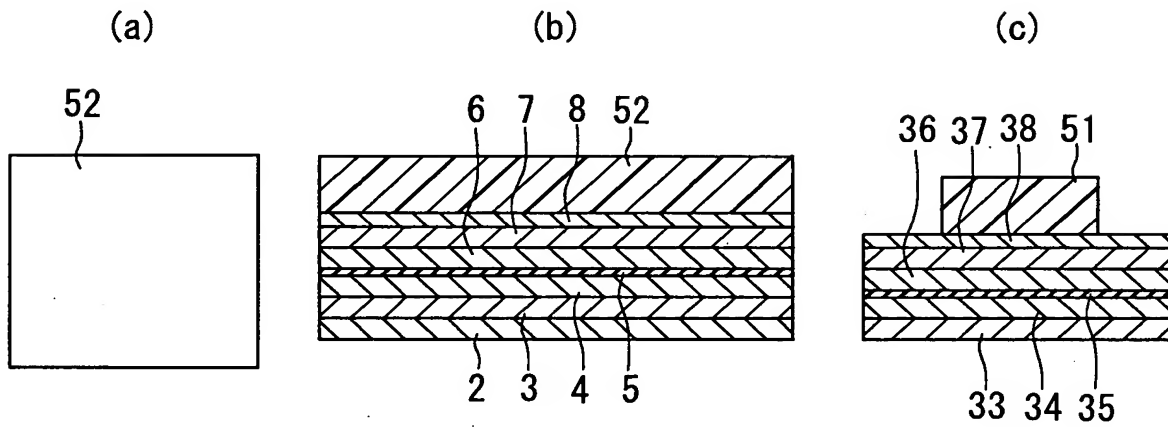
【図 11】



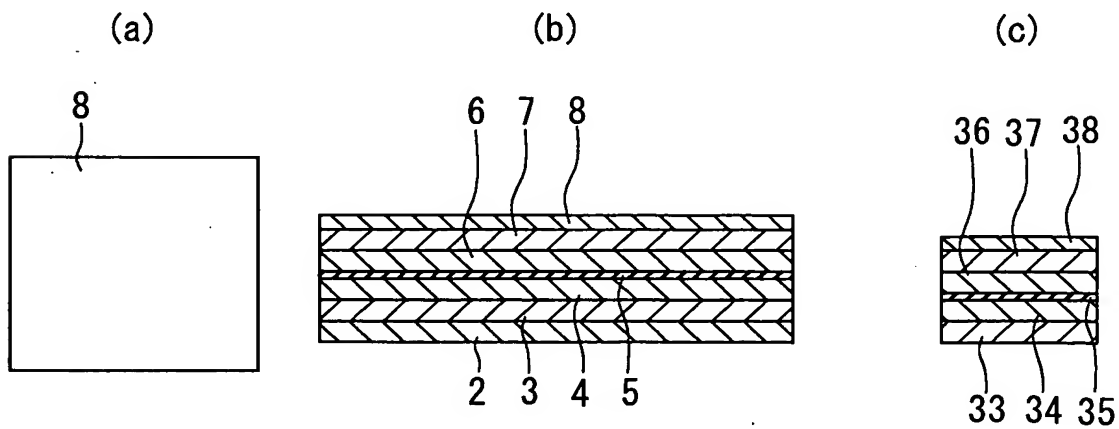
【図 1 2】



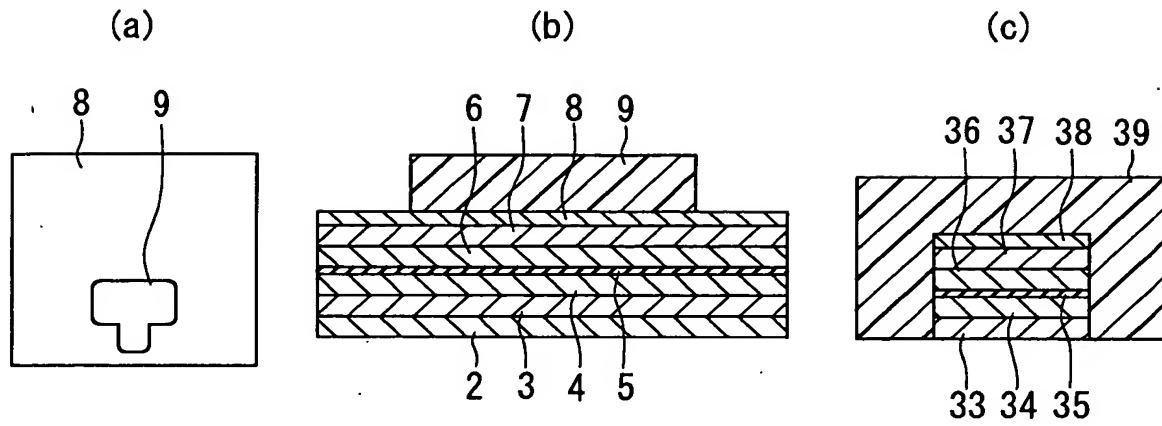
【図 1 3】



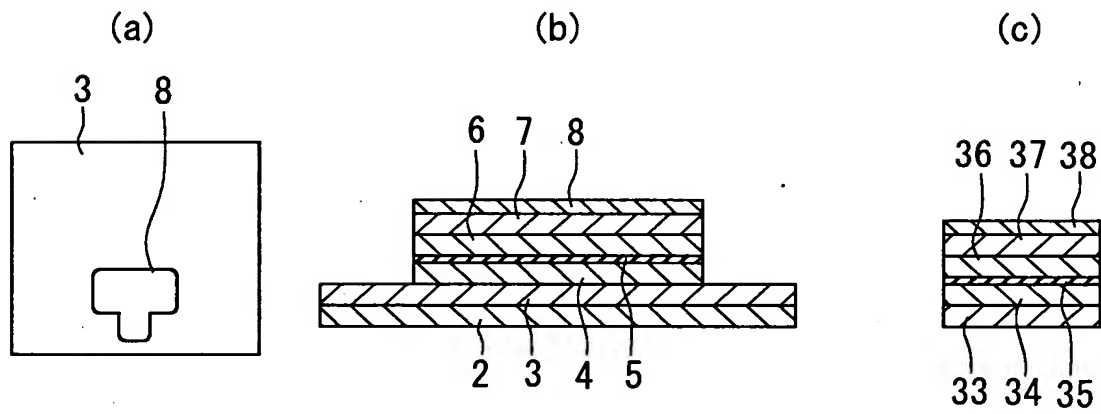
【図 1 4】



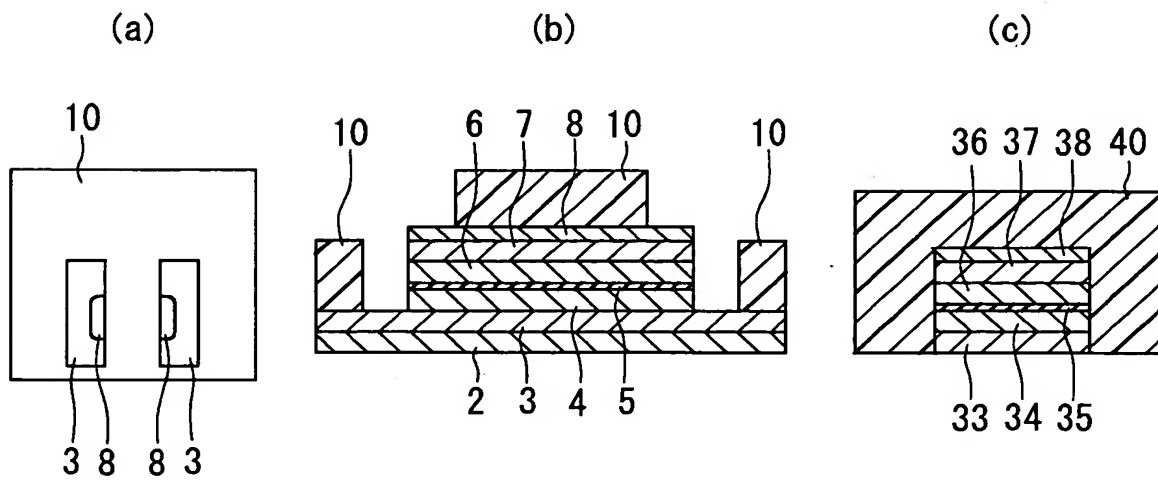
【図 15】



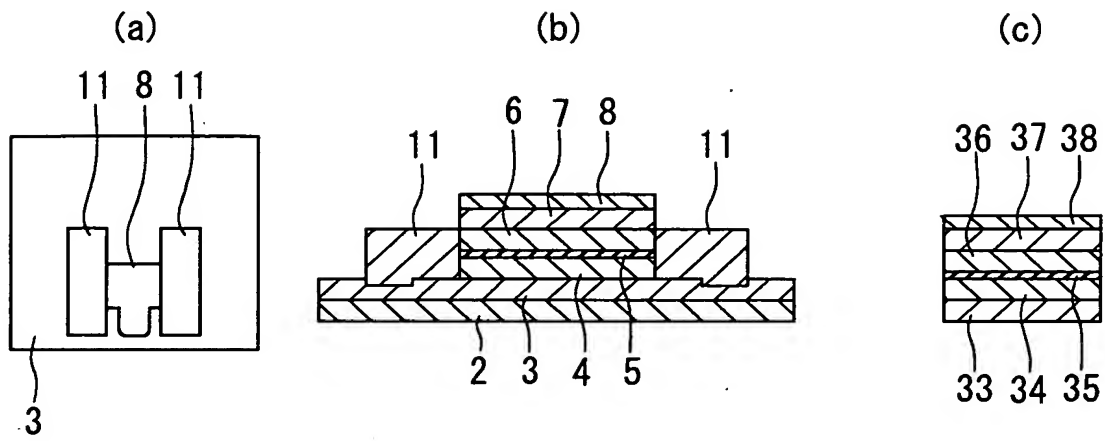
【図 16】



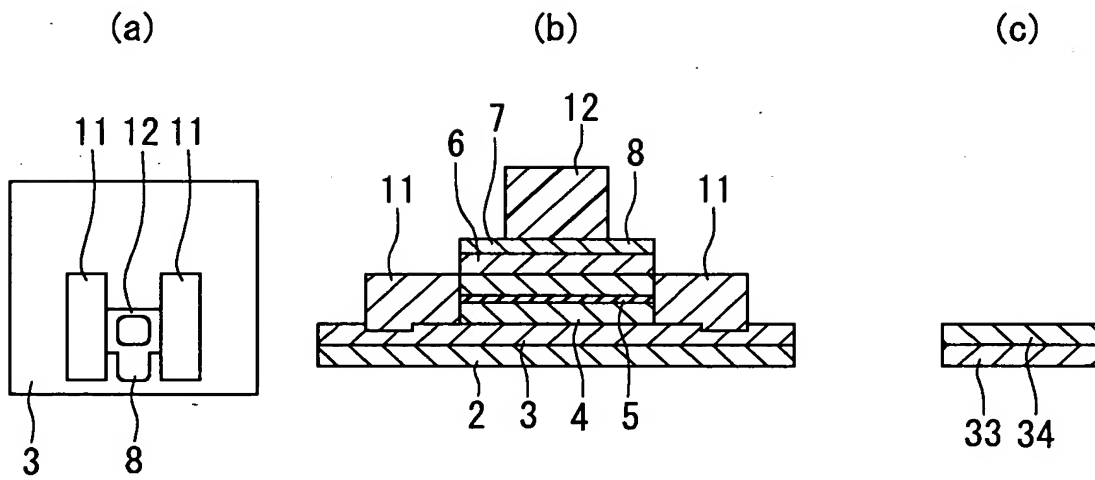
【図 17】



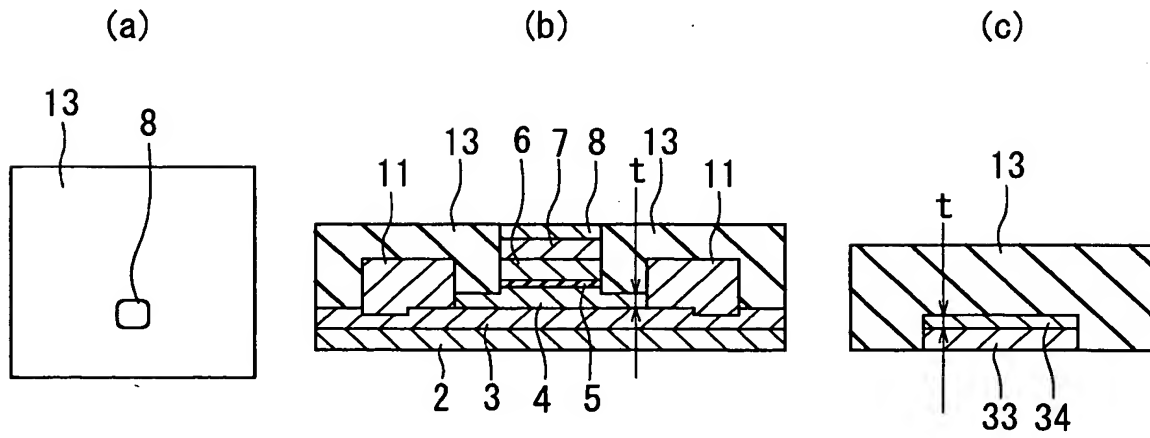
【図 18】



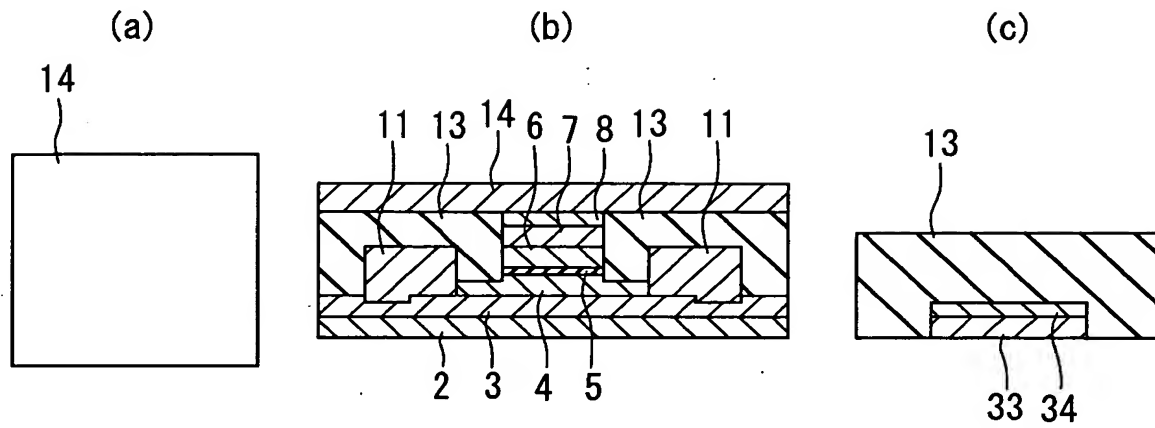
【図 19】



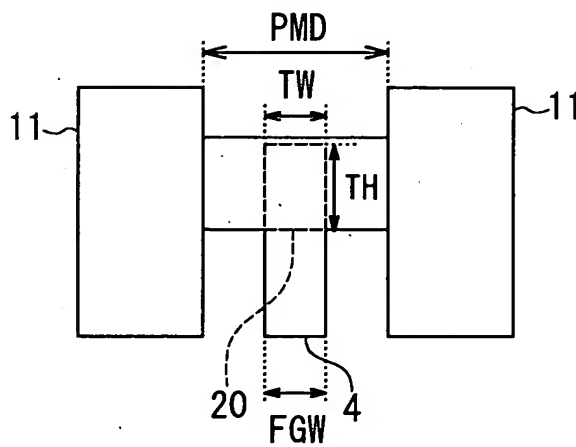
【図 20】



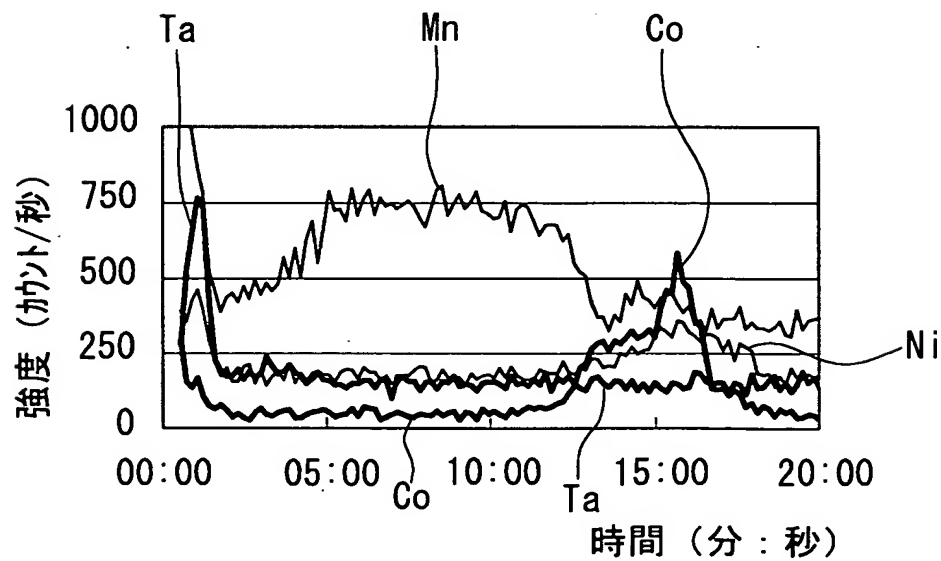
【図 2 1】



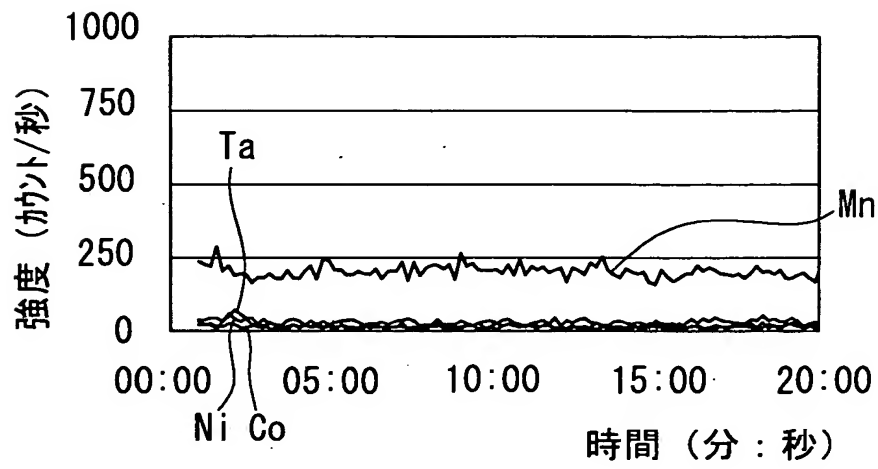
【図 2 2】



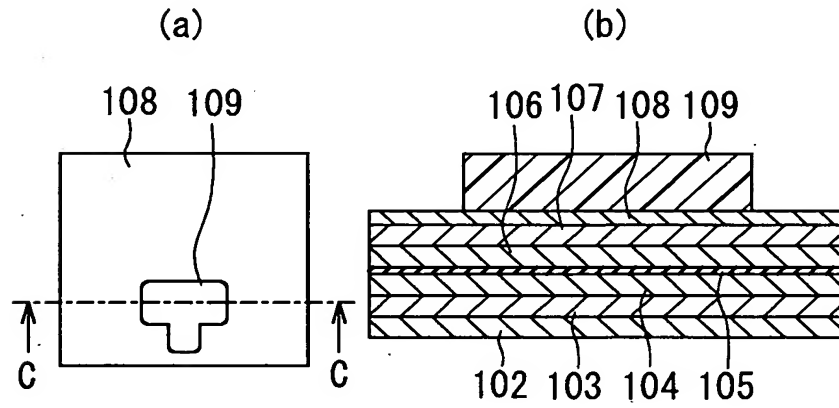
【図 2 3】



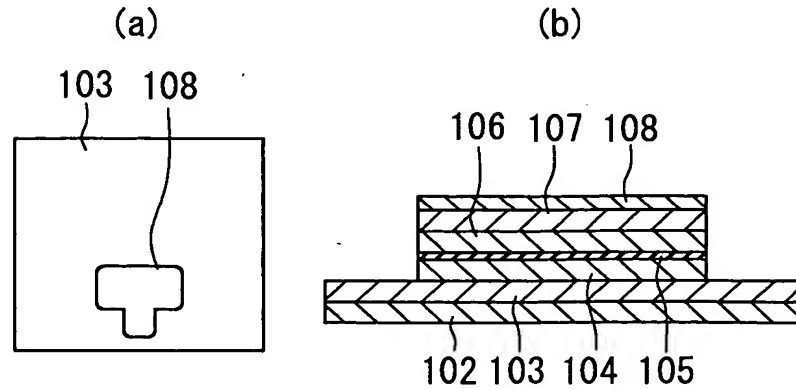
【図 2 4】



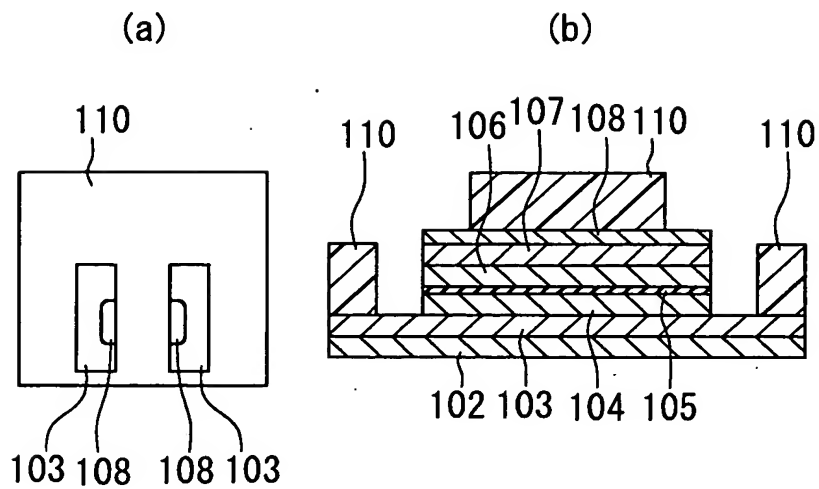
【図 2 5】



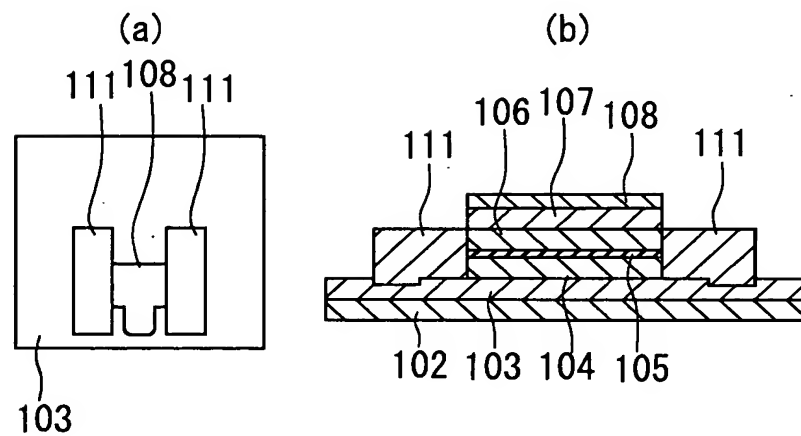
【図 2 6】



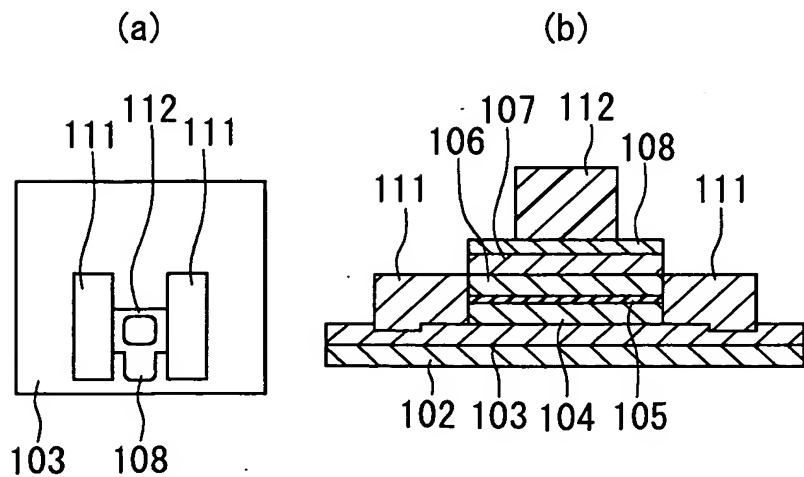
【図 2 7】



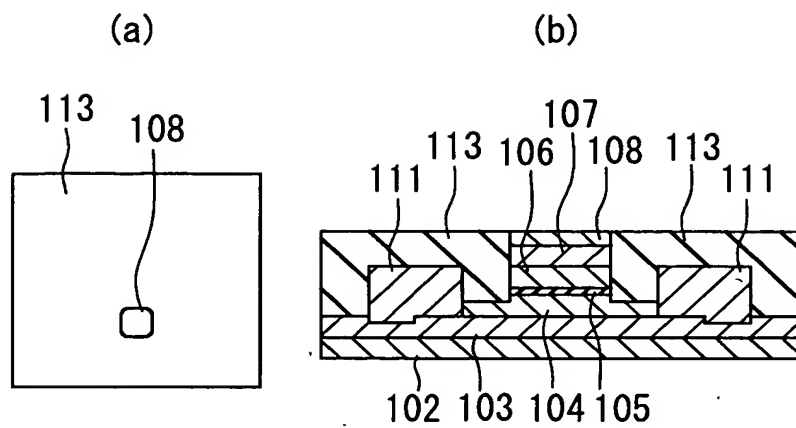
【図 2 8】



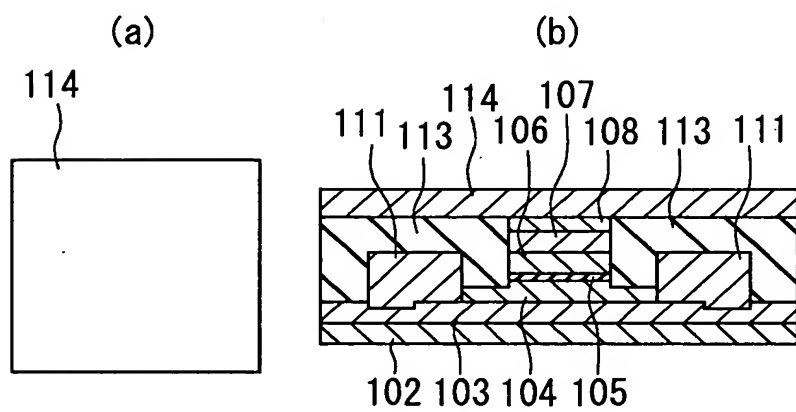
【図 2 9】



【図 30】



【図 31】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 1枚のウェハあたりのヘッドの取り個数を減らすことなく、エッチングを停止する位置のばらつきによる特性のばらつきを抑える。

【解決手段】 基板1の上に下部電極層2と下部金属層3が形成され、その上に下部強磁性層4、トンネルバリア層5、上部強磁性層6、ピン止め層7およびキャップ層8からなるTMR積層膜が形成される。端子部23が設けられる領域では、基板1の上にダミーの下部電極層32とダミーの下部金属層33が形成され、その上にTMR積層膜と同じ膜構成を有するダミー膜が形成される。トンネル接合部の形状を決定するために、キャップ層8から下部強磁性層4の途中まで選択的にエッチングする際には、ダミー膜も同時にエッチングされる。エッチングの際には、TMR積層膜およびダミー膜より飛散する元素を同定する測定を行って、エッチングを停止する位置が制御される。

【選択図】 図2

特2001-011973

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-011973
受付番号	50100074125
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成13年 1月22日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成13年 1月19日

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003067]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都中央区日本橋1丁目13番1号

氏 名 ティーディーケイ株式会社